Aus dem Forschungslabor für Medizinische Akustik
der HNO-Klinik der Universität Düsseldorf

BERECHNUNG VON TONSCHWELLENAUDIOGRAMMEN AUS DEN STAPEDIUSREFLEXSCHWELLEN FÜR TÖNE UND SCHMALBANDRAUSCHEN

Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

Der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf
vorgelegt von

Jürgen Benzing

1983

U.C.S.
LIBRARY
BRL

Aus dem Forschungslabor für Medizinische Akustik
der HNO-Klinik der Universität Düsseldorf

BERECHNUNG VON TONSCHWELLENAUDIOGRAMMEN AUS DEN STAPEDIUSREFLEXSCHWELLEN FÜR TÖNE UND SCHMALBANDRAUSCHEN

Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

Der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf
vorgelegt von

Jürgen Benzing

1983

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543915_0015

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

1.1. Anatomie und Funktion der Mittelohrmuskeln

1.2. Methodik der Stapediusreflexaudiometrie

1.3. Methodik der Tonschwellenaudiometrie

2. Ergebnisse

2.1. Auswahl der zu untersuchenden Stapediusreflexaudiogramme

2.2. Verteilung der Mittelwerte der Tonschwellenaudiogramme im Kennzahldiagramm nach Esser und Schunicht

2.2.1. Gruppe 1, hochgradige Innenohrschwerhörigkeit

2.2.2. Gruppe 2, hochgradige kombinierte Hörstörung

2.2.2.1. Gruppe 21, hochgradige kombinierte Hörstörung, keine Reflexe auslösbar

2.2.2.2. Gruppe 22, hochgradige kombinierte Hörstörung, keine Tonreflexe, mindestens ein Rauschreflex auslösbar

2.2.2.3. Gruppe 23, hochgradige kombinierte Hörstörung, 4 Tonreflexe nicht auslösbar

2.2.2.4. Gruppe 24, hochgradige kombinierte Hörstörung, 3 Tonreflexe nicht auslösbar

2.2.2.5. Gruppe 25, hochgradige kombinierte Hörstörung, 1 oder 2 Tonreflexe nicht auslösbar

2.2.3. Gruppe 3, schwere zentrale Hörstörung

2.2.4. Gruppe 4, mittelgradige Innenohrschwerhörigkeit

2.2.5. Gruppe 5, mittelgradige kombinierte Hörstörung

2.2.6. Gruppe 6, mittelschwere zentrale Hörstörung

2.2.7. Gruppe 7, Geringgradige Innenohrschwerhörigkeit

2.2.8. Gruppe 8, geringgradige kombinierte Hörstörung

2.2.9. Gruppe 9, geringgradige zentrale Hörstörung

2.2.10. Gruppe 10, normales Hörvermögen

2.3. Darstellung der Zusammenhänge zwischen Stapediusreflexaudiogrammen und Tonschwellenaudiogrammen mit Hilfe einer Verschlüsselung der Stapediusreflexaudiogramme

2.3.1. Verschlüsselung der Stapediusreflexaudiogramme nach Eigenschaften, die das Stapediusreflexaudiogramm als Ganzes erfassen

2.3.1.1. Verschlüsselung des Verlaufs des Stapediusreflexaudiogramms

2.3.1.2. Verschlüsselung des Mittelwerts der Reflexschwellen

2.3.1.3. Verschlüsselung des Verlaufs der Differenzenkurve

2.3.1.4. Verschlüsselung des Mittelwerts der Differenzbeträge

2.3.1.5. Zusammenstellung der Schlüsselzahl

2.3.2. Anwendung der Verschlüsselung

2.3.2.1. Vergleich der Audiogramme, deren zugehörige Stapediusreflexaudiogramme die gleiche Schlüsselzahl haben

2.3.2.2. Vergleich der Audiogramme, deren zugehörige Stapediusreflexaudiogramme ähnliche Schlüsselzahlen haben

2.3.2.2.1. Vergrößerung der Gruppen

2.3.2.2.2. Auswertungsmethode

2.3.2.2.3. Ermittlung der Tonschwellenaudiogramme

2.3.2.3. Untersuchungen zur Treffsicherheit der Methode

2.3.2.3.1. Breite der 50% - Bereiche

2.3.2.3.2. Breite der 75% - Bereiche

2.3.2.3.3. Treffsicherheit der Vertrauensbereiche

2.3.2.3.4. Abstand der Audiogramme der "führenden" Schlüsselzahl von der Mediankurve

2.4. Fehlerquellen

3. Diskussion

4. Anregungen für weiterführende Arbeiten

5. Zusammenfassung

6. Literaturverzeichnis

7. Dank an den Referenten

8. Lebenslauf

BERECHNUNG VON TONSCHWELLENAUDIOGRAMMEN AUS DEN STAPEDIUSREFLEXSCHWELLEN FÜR TÖNE UND SCHMALBAND-RAUSCHEN

1. Einleitung

Die Kinderaudiologie hat in den letzten Jahren große Fortschritte in der Früherkennung von Hörschäden bei Kindern gemacht. So ging das Durchschnittsalter schwerhöriger Kinder bei der Erstuntersuchung von 3,4 Jahre (1968) auf 1,85 (1976) zurück. Dafür war die Entwicklung objektiver Meßmethoden nötig, da die Ableitung eines (subjektiven!) Tonschwellenaudiogramms die intellektuellen Fähigkeiten eines Kleinkindes übersteigt (L 1, 8).

Eine dieser objektiven Methoden ist die Stapediusreflexaudiometrie. Sie ermöglicht eine Differentialdiagnose von Schallempfindungsstörungen in jedem Alter, ohne daß eine Mitarbeit des Patienten nötig wäre. Erst die Differenzierung von Innenohrschwerhörigkeit und zentraler Hörstörung durch die Stapediusreflexaudiometrie nach Esser und Schunicht (L 5, 8) machte eine befriedigende Anpassung von Hörgeräten bei kleinen Kindern möglich. Weitere diagnostische und therapeutische Möglichkeiten ergeben sich, wenn man die Tonschwellenaudiogramme der betreffenden Patienten kennt.

Die vorliegende Arbeit zeigt eine Methode auf, mit der aus Stapediusreflexaudiogrammen die zugehörigen Tonschwellenaudiogramme ermittelt werden können. Dazu werden die Daten von 466 Kindern herangezogen, bei denen sowohl die Tonschwellenaudiogramme,als auch die Stapediusreflexaudiogramme abgeleitet wurden.

1.1. Anatomie und Funktion der Mittelohrmuskeln

Im Mittelohr sind zwei Muskeln angelegt. Der M. tensor tympani verläuft von der dorsalen Fläche des Tubendaches und dem vorderen Teil des Canalis musculotubarius zur medialen Seite des Hammergriffs. Er ist der stärkere von beiden und wird vom N. pterygoideus med., einem Ast des N. trigeminus innerviert (L 2).

Der M. stapedius entspringt in der Gegend des Fazialiskanals und verläuft von dort zum Stapeskopf. Er wird vom N. facialis innerviert (L 2).

Die physiologische Bedeutung der Mittelohrmuskeln ist noch nicht endgültig geklärt. Die Reflexe dieser Muskeln scheinen Teil eines komplexen Reglersystems zu sein. Innerhalb dieses Systems dienen beide Muskeln dem Schutz des Innenohres gegen Überlastung. Außerdem vergrößern sie den Dynamikbereich des Gehörs (L 7). Bei Schallsignalen über 70 - 90 dB kontrahieren sich die Stapediusmuskeln, bei 110 - 120 dB zusätzlich beide Tensormuskeln (L 3).

Der Reflexbogen des M. stapedius läuft über das

Ganglion spirale, den ventralen Cochleariskern über den Trapezkörper zur ipsilateralen und kontralateralen oberen Olive. Von hier existieren Verbindungen zu den motorischen Fazialiskernen. Aufgrund dieser Verschaltung wird bei der Stapediusreflexaudiometie das eine Ohr beschallt und der Reflex am Gegenohr abgeleitet (L 7).

1.2. Methodik der Stapediusreflexaudiometrie

Erst durch die Entwicklung eines Verfahrens, bei dem die Reflexe abgeleitet werden, ohne das Ohr zu eröffnen, wurde die Messung von Stapediusreflexaudiogrammen klinisch nutzbar gemacht. Dieses Verfahren wurde in der zweiten Hälfte der 40er Jahre in Skandinavien entwickelt (L 10, 11, 13, 14, 15, 19).

Hierbei wird die akustische Impedanz des Trommelfells gemessen. Eine Kontraktion des M. stapedius führt zur Versteifung der Gehörknöchelchenkette und damit zur Erhöhung der Trommelfellimpedanz. Diese Impedanzänderung zeigt somit die Auslösung des Stapediusreflexes an (L 7).

Eine wesentliche Erweiterung der diagnostischen Möglichkeiten ergab die Erkenntnis, daß die Stapediusreflexschwelle für Geräusche niedriger verläuft, als für Töne (L 9, 12, 16, 17).

Esser und Schunicht zogen als erste audiologische Schlüsse aus der Reflexschwellendifferenz zwischen Ton - und Rauschsignal (L 4) und entwikkelten 1973 ein verwertbares Verfahren zur

Differentialdiagnose der Schallempfindungsschwerhörigkeiten (L 6, 7, 8), auf das weiter unten näher eingegangen wird.

Für ein Stapediusreflexaudiogramm nach Esser und Schunicht werden somit zwei Reflexschwellen ermittelt: die Tonreflexschwelle und die Rauschreflexschwelle. Zur Ermittlung der Tonreflexschwelle wird das kontralaterale Ohr mit Tönen der Frequenzen 500, 1000, 2000, 4000 und 6000 Hz beschallt. Die Lautstärke wird dabei in Sprüngen von 5 dB erhöht, bis der Reflex ausgelöst wird. Als Ausgangslautstärke wählt man 60 dB (HL), über 130 dB (HL) gilt der Reflex als nicht auslösbar. Die Rauschreflexschwelle wird durch Schmalbandgeräusche mit den vorher genannten Mittelfrequenzen abgeleitet. Dadurch erhält man zu jeder Frequenz zwei Meßwerte. (Abb. 1)

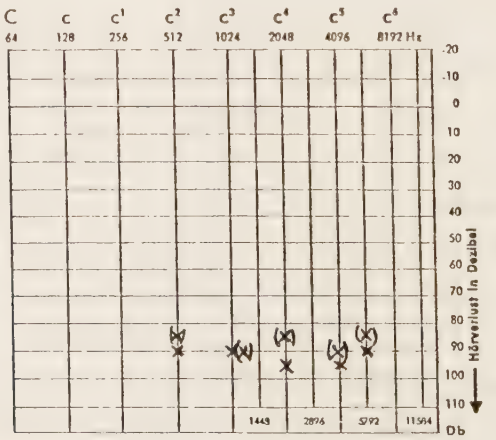


Abb. 1: Beispiel für ein Stapediusreflexaudiogramm nach Esser und Schunicht

Die Messung des Stapediusreflexes hat nur dann einen Aussagewert, wenn die Schwingungsverhältnisse von Trommelfell und Schalleitungskette normal sind. Daher wird vor der Reflexmessung ein Tympanogramm (L 3) abgeleitet. Ein normales Tympanogramm ist die Voraussetzung für die Ableitung eines Stapediusreflexaudiogramms (L 7).

1.3. Methodik der Tonschwellenaudiometrie

Bei der Tonschwellenaudiometrie ist die Mitarbeit der Patienten nötig. Das zu untersuchende Ohr wird mit ansteigender Lautstärke mit einem Ton einer definierten Frequenz beschallt. Der Patient muß angeben, wann er den Ton hört. Aus mehreren Frequenzen erhält man dann durch Verbindung der einzelnen Punkte eine Schwellenkurve. Als Ausgangslautstärke wählt man 0 dB (HL), über 120 dB (HL) gilt das Ohr als taub (L 18). Aus Gründen der Vergleichbarkeit werden in dieser Arbeit die gleichen Frequenzen wie bei der Stapediusreflexaudiometrie verwandt. (Abb. 2) Außerdem wurde nur die Schwelle für Luftleitung in die Untersuchung miteinbezogen, da Schalleitungsstörungen durch das normale Tympanogramm ausgeschlossen sind.

UNIV. LEIDEN BIBL.

2. Ergebnisse

2.1. Auswahl der zu untersuchenden Stapediusreflexaudiogramme

Aus den Patientenakten der Kinderaudiologie der Universität Düsseldorf wurden die Stapediusreflex-

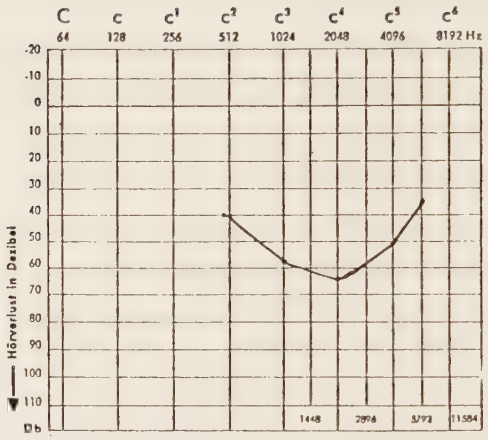


Abb. 2: Beispiel für ein Tonschwellenaudiogramm

audiogramme von 466 Kindern nach folgenden Kriterien ausgewählt:

- Zu jedem Stapediusreflexaudiogramm muß ein Tonschwellenaudiogramm vorhanden sein, das am gleichen Tag abgeleitet wurde.
- Die Kinder müssen am Tag der Untersuchung das siebente Lebensjahr vollendet haben, damit gewährleistet ist, daß die Audiogrammwerte einigermaßen verläßlich sind.
- Die Differenz zwischen dem Knochenleitungsaudiogramm und dem Luftleitungsaudiogramm darf 10 dB nicht überschreiten, um eine Schallleitungsstörung auszuschließen.
- Die Tympanogramme beider Ohren müssen normal sein.

In die Stichprobe wurden alle Kinder mit den Anfangsbuchstaben A - K aufgenommen, bei denen die

gestellten Bedingungen erfüllt waren. Die Auswahl erfolgte rein zufällig nach dem Alphabet unter Zugrundelegung der o. g. Kriterien.

Folgende Daten wurden erhoben:

- Name
- Geburtsdatum
- Geschlecht
- Alter am Tag der Untersuchung
- Meßwerte der Tonreflexschwelle
- Meßwerte der Rauschreflexschwelle
- Meßwerte des Tonschwellenaudiogramms
- Hörweite bei Umgangssprache
- Hörweite bei Flüstersprache
- Seite des Ohres
- Untersucher

Die Daten wurden in obiger Reihenfolge, soweit nötig verschlüsselt, auf Lochkarten übertragen, wobei auf jeder Lochkarte die Daten eines Ohres gespeichert sind. Die Auswertung erfolgte mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung.

2.2. Verteilung der Mittelwerte der Tonschwellenaudiogramme im Kennzahldiagramm nach Esser und Schunicht

Bei diesem Kennzahldiagramm handelt es sich um ein Auswertungsschema zur Differentialdiagnose der Schallempfindugsstörungen. Hierbei wird aus einer Tabelle (Abb. 3) ein positiver oder negativer Zahlenwert ermittelt, der zusammen mit seinem Absolutwert ein Kennzahlenpaar bildet. In der

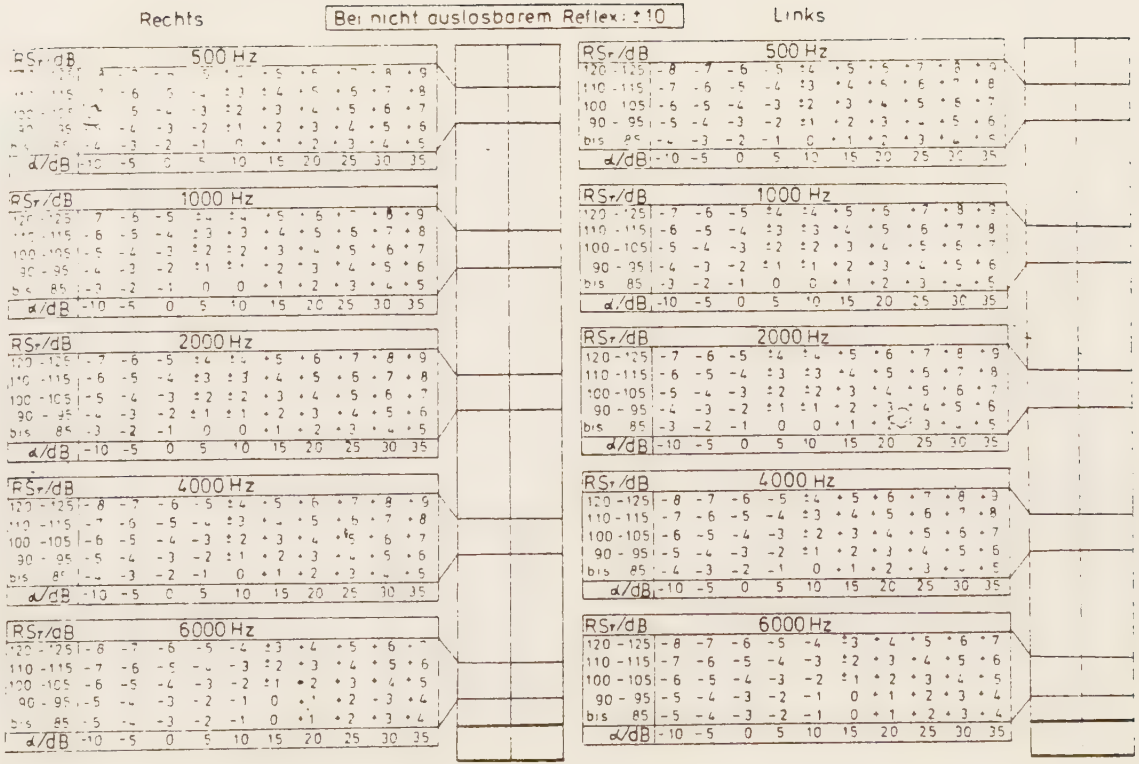


Abb. 3: Tabelle zur Ermittlung der Kennzahlenpaare

Senkrechten sind die Werte der Tonreflexschwelle (RS_T/dB) in Intervallen aufgeführt, in der Waagrechten die Differenz ($d = RS_T - RS_R$/dB) aus Ton - und Rauschreflexschwelle. Kennzahlen mit beiden Vorzeichen werden mit 0 angegeben, für den Absolutwert mit ihrem Betrag. So ergibt z. B. die Kennzahl ±3 das Kennzahlenpaar 0/3. Auf diese Weise erhält man fünf Kennzahlenpaare, deren Addition ein Kennzahlsummenpaar ergibt, dem dann in einem Kennzahldiagramm die entsprechende Hörstörung zugeordnet wird. (Abb. 4) Die Aussagesicherheit dieser Methode liegt bei 80% (L 7).
Die vorliegende Population wurde in die zehn Gruppen des oben erläuterten Kennzahldiagramms eingeteilt:

1. Hochgradige Innenohrschwerhörigkeit
2. Hochgradige kombinierte Hörstörung
3. Schwere zentrale Hörstörung
4. Mittelgradige Innenohrschwerhörigkeit
5. Mittelgradige kombinierte Hörstörung
6. Mittelschwere zentrale Hörstörung
7. Geringgradige Innenohrschwerhörigkeit
8. Geringgradige kombinierte Hörstörung
9. Leichte zentrale Hörstörung
10. Normales Hörvermögen

Die zweite Gruppe wurde noch weiter unterteilt, und zwar nach der Anzahl der auslösbaren Reflexe:

21. Keine Reflexe auslösbar
22. 5 Tonreflexe nicht auslösbar, mindestens 1

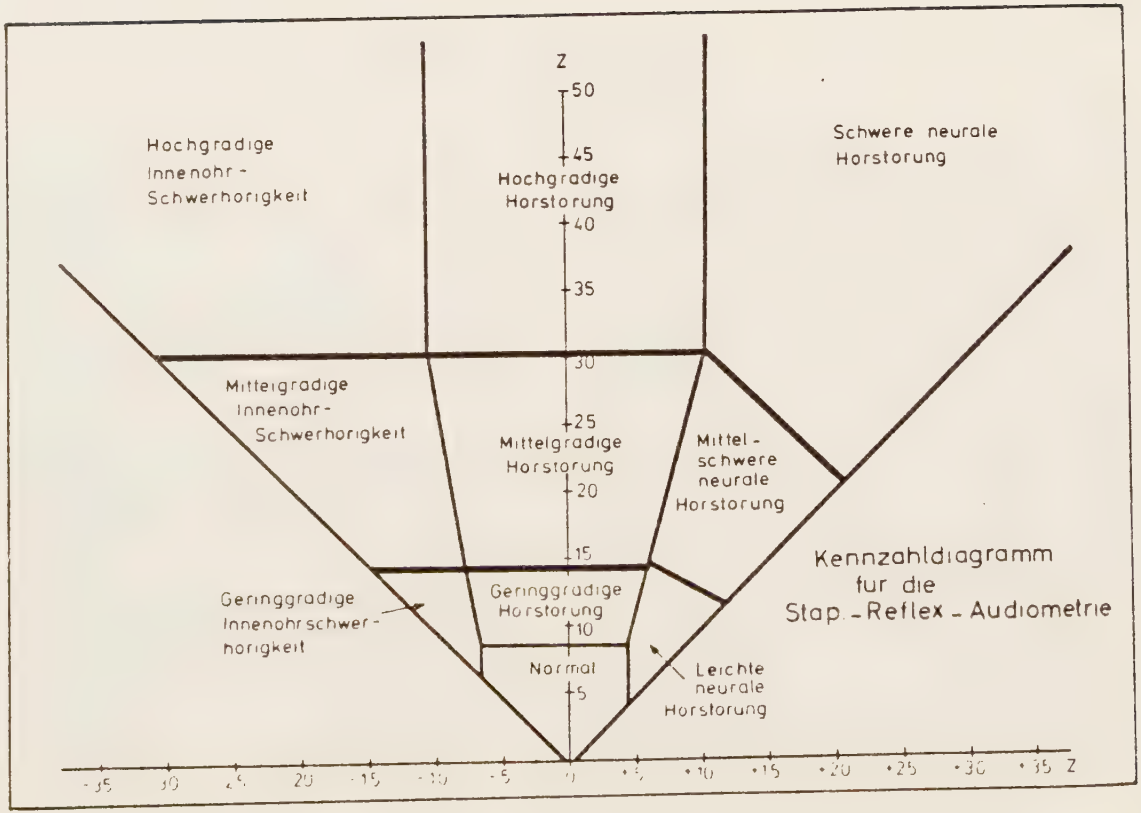

Z
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
Hochgradige Innenohr - Schwerhörigkeit
Hochgradige Hörstörung
Schwere neurale Hörstörung
Mittelgradige Innenohr - Schwerhörigkeit
Mittelgradige Hörstörung
Mittel - schwere neurale Hörstörung
Geringgradige Innenohrschwer - hörigkeit
Geringgradige Hörstörung
Normal
Leichte neurale Hörstörung
Kennzahldiagramm für die Stap. - Reflex - Audiometrie
Z

Abb. 4

Rauschreflex auslösbar

23. 4 Tonreflexe nicht auslösbar

24. 3 Tonreflexe nicht auslösbar

25. 1 oder 2 Tonreflexe nicht auslösbar, oder alle Tonreflexe auslösbar

Im folgenden sind die Häufigkeitsverteilungen der Audiogrammdurchschnittswerte in Säulendiagrammen mit Intervallen von 10 dB dargestellt. Der Audiogrammdurchschnittswert errechnet sich aus der Summe der 5 Meßwerte des Tonschwellenaudiogramms geteilt durch 5. Dabei wird für Frequenzen, auf denen die Patienten taub sind, 125 dB gerechnet.

2.2.1. Gruppe 1, hochgradige Innenohrschwerhörigkeit, N = 3 (Abb. 5)

Es wurden nur 3 der 932 Ohren in diese Gruppe eingeteilt, so daß eine Aussage über diese Gruppe nicht möglich ist.

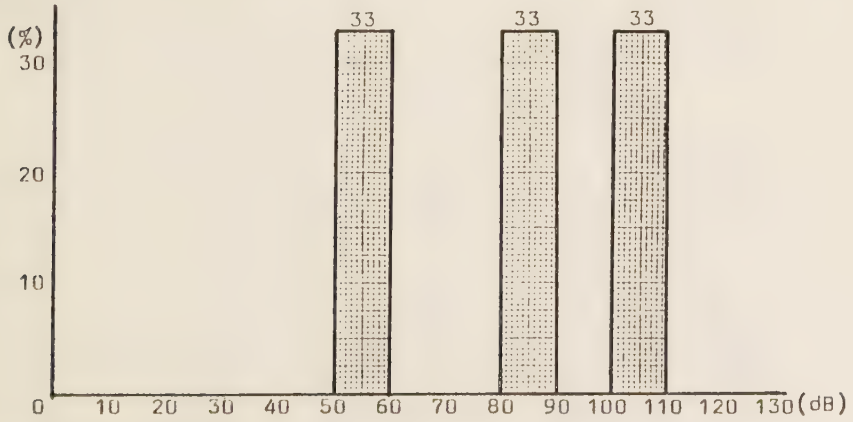


Abb. 5: Häufigkeitsverteilung der Audiogrammdurchschnittswerte in Gruppe 1

2.2.2. Gruppe 2, hochgradige kombinierte Hörstörung, N = 159 (Abb. 6)

Das Säulendiagramm zeigt ein Plateau zwischen 70 und 120 dB. In diesem Intervall liegen 70% der Werte. Dehnt man das Intervall auf 130 dB aus, so liegen 79% der Audiogrammdurchschnittswerte dieser Gruppe zwischen 70 und 130 dB. Eine geringere Streubreite ergibt sich bei der Aufteilung in die Untergruppen.

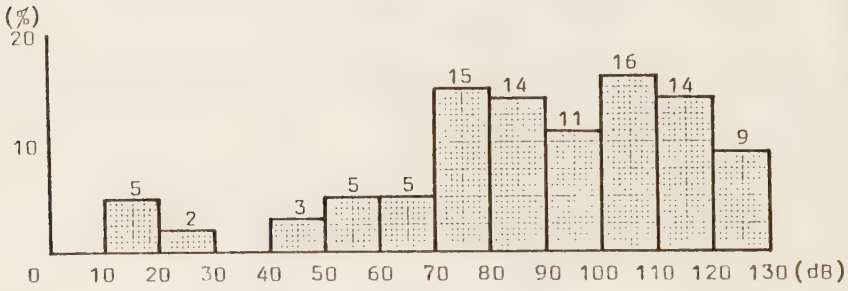


Abb. 6: Häufigkeitsverteilung der Audiogrammdurchschnittswerte in Gruppe 2

2.2.2.1. Gruppe 21, hochgradige kombinierte Hörstörung, keine Reflexe auslösbar, N = 48 (Abb. 7)

Das Häufigkeitsmaximum liegt bei 110 - 120 dB (23%). Zwischen 100 und 130 dB liegen 59% der Werte, zwischen 70 und 130 dB 79%.

Auffällig ist, daß immerhin 10% der Werte zwischen 10 und 30 dB liegen.

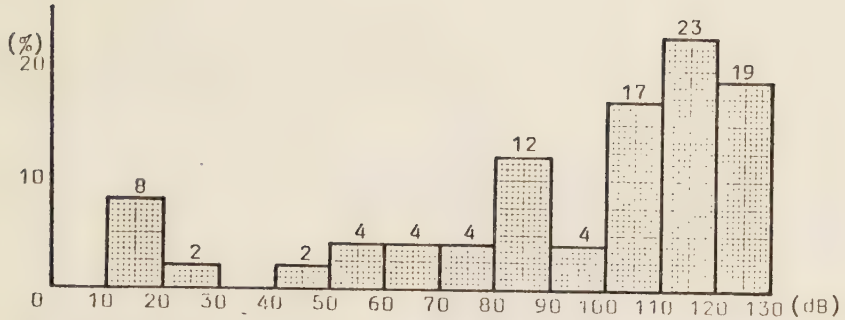


Abb. 7: Häufigkeitsverteilung der Audiogramm-durchschnittswerte in Gruppe 21

2.2.2.2. Gruppe 22, Hochgradige kombinierte Hörstörung, keine Tonreflexe, mindestens ein Rauschreflex auslösbar, N = 10 (Abb. 8)

Bei dieser geringen Anzahl ist die Nennung von Prozentzahlen wenig sinnvoll. Immerhin liegen 8 von 10 Werten zwischen 90 und 130 dB, 4 davon zwischen 110 und 120 dB.

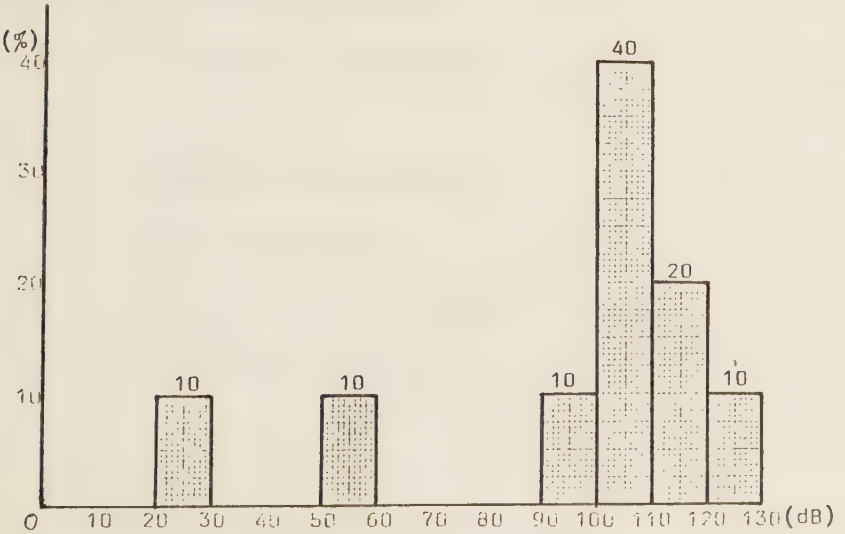


Abb. 8: Häufigkeitsverteilung der Audiogramm-durchschnittswerte in Gruppe 22

2.2.2.3. Gruppe 23, hochgradige kombinierte Hörstörung, 4 Tonreflexe nicht auslösbar, N = 18 (Abb. 9)

Auch hier ist der Aussagewert von Prozentzahlen eingeschränkt. Immerhin liegen 11 von 18 Werten (≙ 61%) zwischen 100 und 130 dB, und 17 von 18 Werten zwischen 70 und 130 dB (≙ 94%).

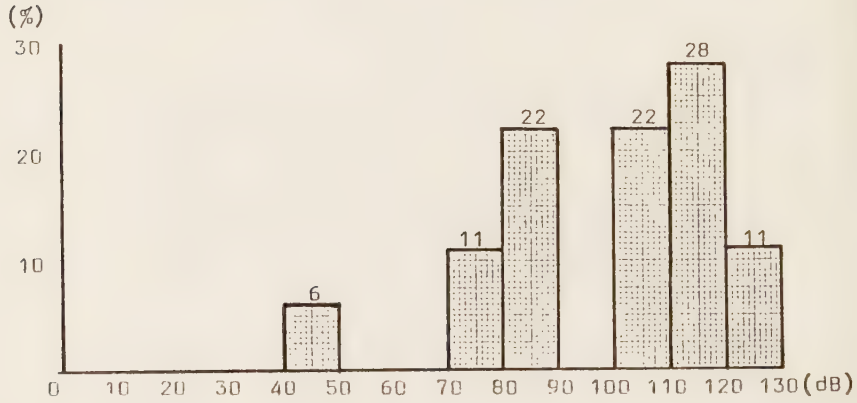


Abb. 9: Häufigkeitsverteilung der Audiogramm-durchschnittswerte in Gruppe 23

2.2.2.4. Gruppe 24, hochgradige kombinierte Hörstörung, 3 Tonreflexe nicht auslösbar, N = 61 (Abb. 10)

Hier findet sich ein Maximum zwischen 70 und 80 dB (25%). 60% der Werte liegen zwischen 70 und 90 dB, 85% zwischen 70 und 130 dB.

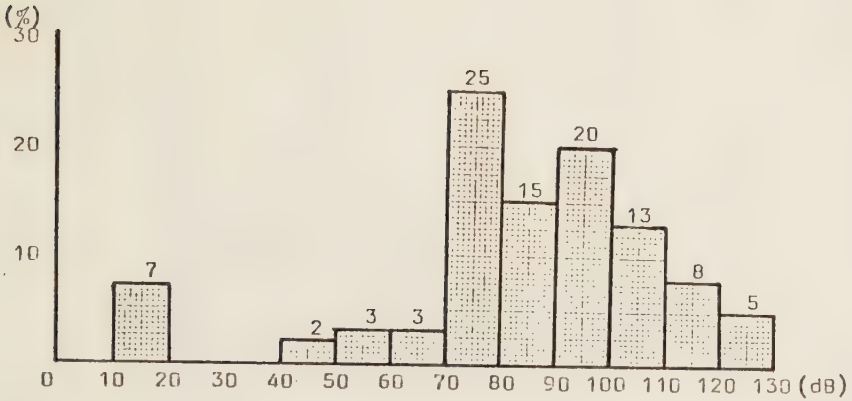


Abb. 10: Häufigkeitsverteilung der Audiogramm-durchschnittswerte in Gruppe 24

2.2.2.5. Gruppe 25, hochgradige kombinierte Hörstörung, 1 oder 2 Tonreflexe nicht auslösbar, oder alle Tonreflexe auslösbar, N = 22 (Abb. 11)

Bezüglich des Aussagewerts von Prozentzahlen gilt bei dieser Gruppe das gleiche wie bei den Gruppen 22 und 23.

Das Säulendiagramm zeigt annähernd die Form einer Glockenkurve mit einem Maximum bei 70 - 80 dB (5 von 23 Werten (≙23%)). 18 von 22 Werten (≙ 81%) liegen zwischen 50 und 100 dB, während zwischen 70 und 130 dB nur 13 von 22 Werten (≙ 58%) liegen.

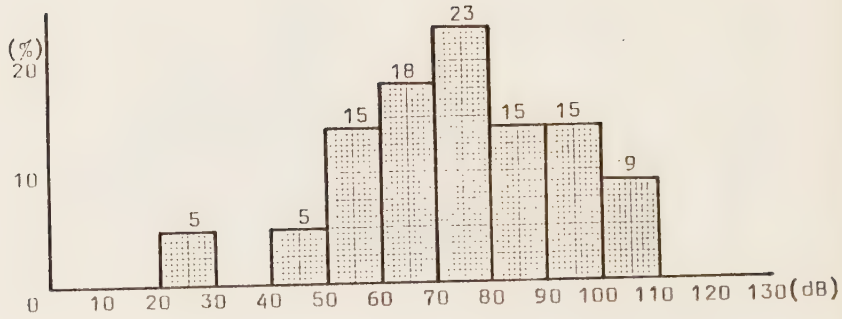


Abb. 11: Häufigkeitsverteilung der Audiogramm-durchschnittswerte in Gruppe 25

2.2.3. Gruppe 3, schwere zentrale Hörstörung, N = 21 (Abb. 12)

Zur Problematik der Prozentzahlen s. o.

Hier fällt deutlich das Häufigkeitsmaximum bei 10 - 20 dB auf: 14 von 21 (≙ 67%) der Werte liegen in diesem Intervall, 17 von 21 (≙ 81%) erreichen einen Wert zwischen 10 und 30 dB.

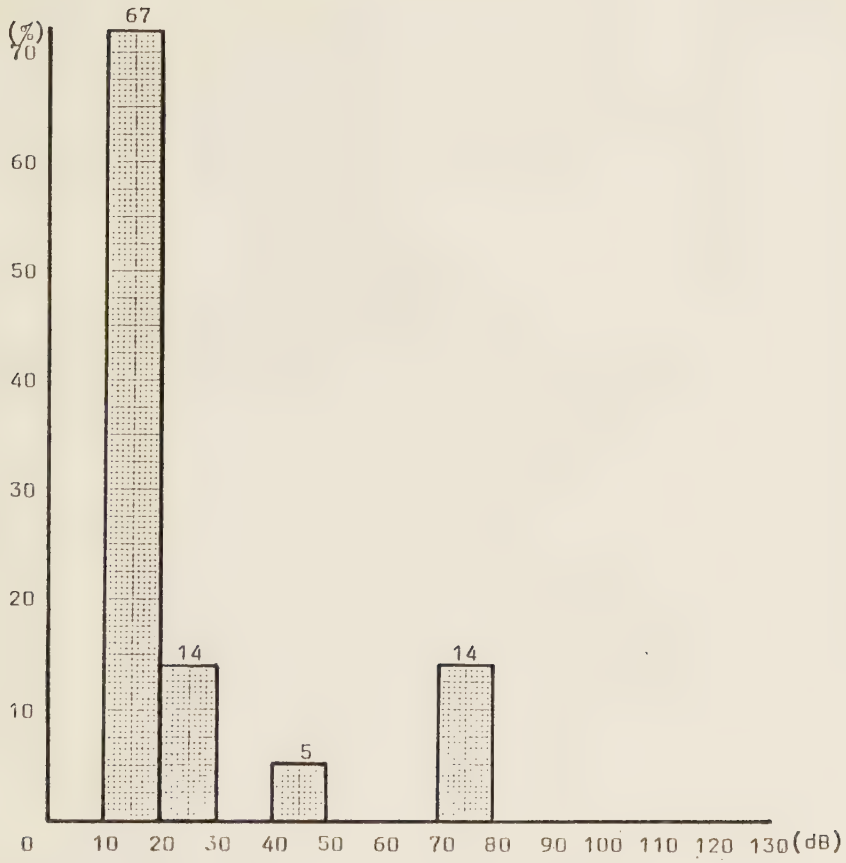


Abb. 12: Häufigkeitsverteilung der Audiogramm-durchschnittswerte in Gruppe 3

2.2.4. Gruppe 4, mittelgradige Innenohrschwerhörigkeit, N = 38 (Abb. 13)

Hier ist wieder annähernd die Form einer Glockenkurve erkennbar mit einem Maximum bei 60 - 80 dB (56%). 79% der Werte liegen zwischen 50 und 80 dB.

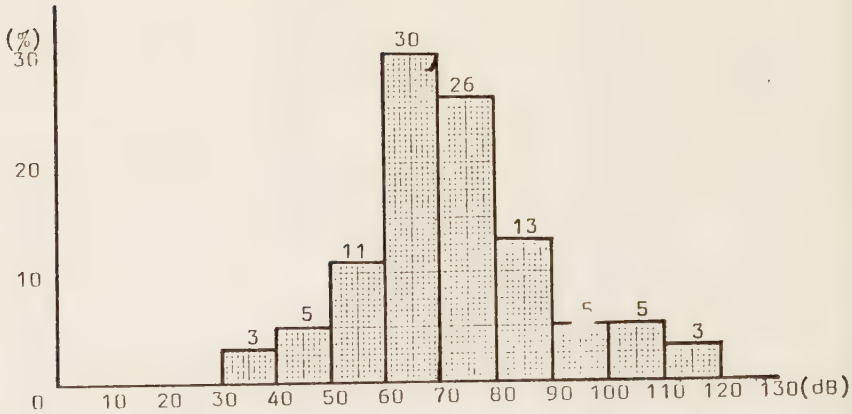


Abb. 13: Häufigkeitsverteilung der Audiogramm-durchschnittswerte in Gruppe 4

2.2.5. Gruppe 5, mittelgradige kombinierte Hörstörung, N = 82 (Abb. 14)

Bei dieser Gruppe findet sich eine zweigipfelige Häufigkeitsverteilung mit einem Maximum bei 10 - 20 dB (26%) - 44% liegen zwischen 0 und 30 dB - und einem Plateau zwischen 50 und 90 dB (46%).

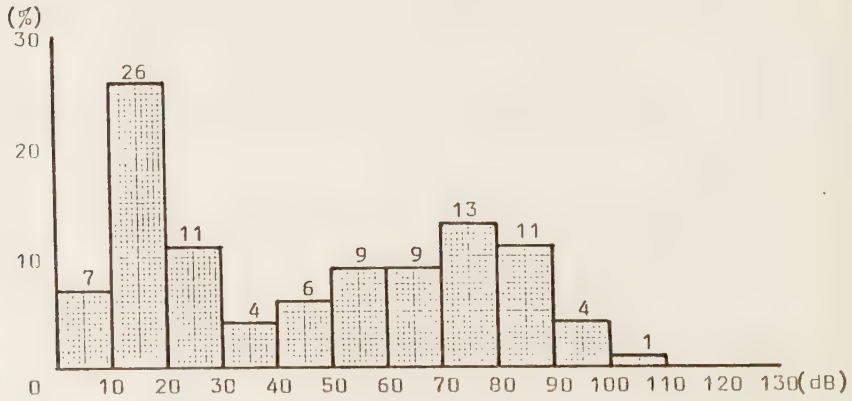


Abb. 14: Häufigkeitsverteilung der Audiogramm-durchschnittswerte in Gruppe 5

2.2.6. Gruppe 6, mittelschwere zentrale Hörstörung, N = 95 (Abb. 15)

Das Häufigkeitsmaximum liegt bei 1o - 20 dB (69%), zwischen 10 und 30 dB liegen 82% der Werte.

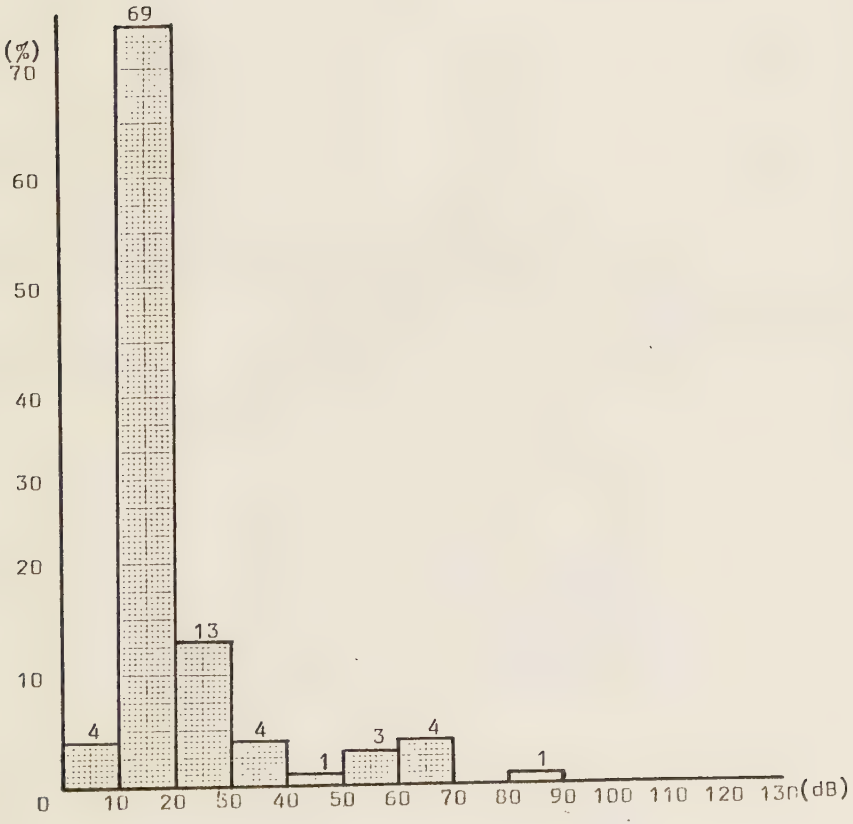


Abb. 15: Häufigkeitsverteilung der Audiogramm-durchschnittswerte in Gruppe 6

2.2.7. Gruppe 7, geringgradige Innenohrschwerhörigkeit, N = 85 (Abb. 16)

Auch hier, wie in Gruppe 4, ähnelt das Säulendiagramm einer Glockenkurve. Das Maximum liegt bei 40 - 50 dB (29%), zwischen 30 und 60 dB liegen 59% der Werte.

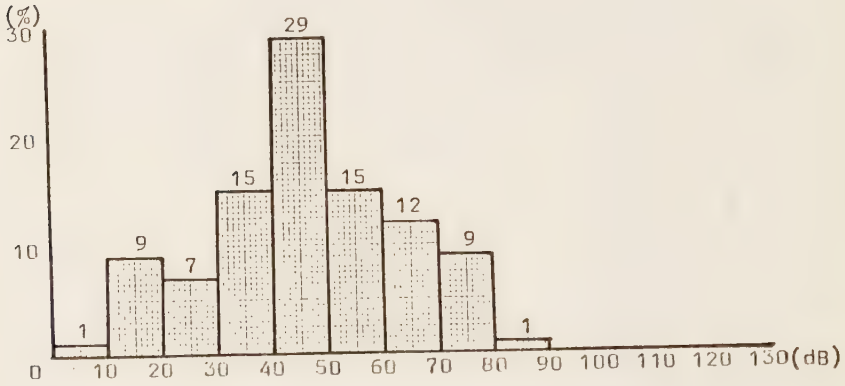


Abb. 16: Häufigkeitsverteilung der Audiogramm-durchschnittswerte in Gruppe 7

2.2.8. Gruppe 8, geringgradige kombinierte Hörstörung, N = 79 (Abb. 17)

Das Maximum liegt zwischen 10 und 20 dB (46%), zwischen 0 und 30 dB finden sich 77% der Werte.

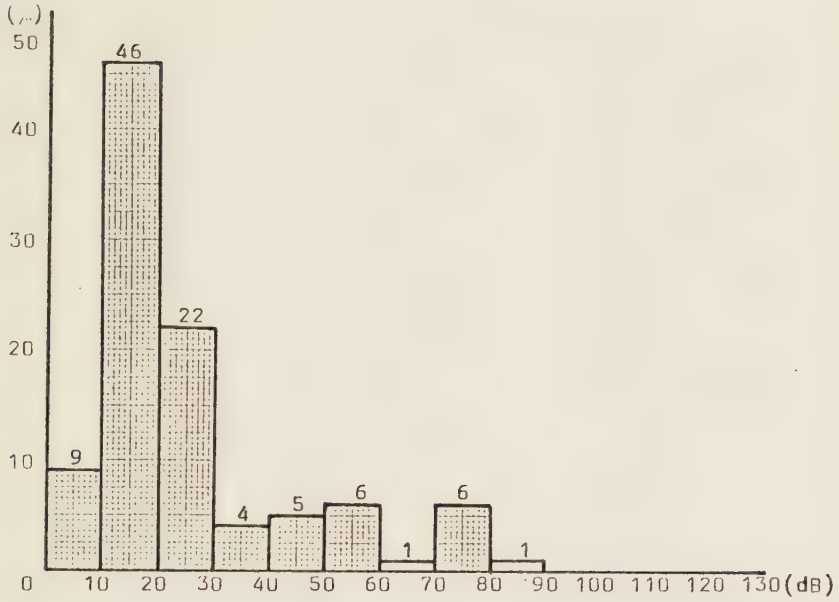


Abb. 17: Häufigkeitsverteilung der Audiogramm-durchschnittswerte in Gruppe 8

2.2.9. Gruppe 9, leichte zentrale Hörstörung,

N = 106 (Abb. 18)

73% der Werte liegen hier zwischen 10 und 20 dB,

94% zwischen 0 und 30 dB.

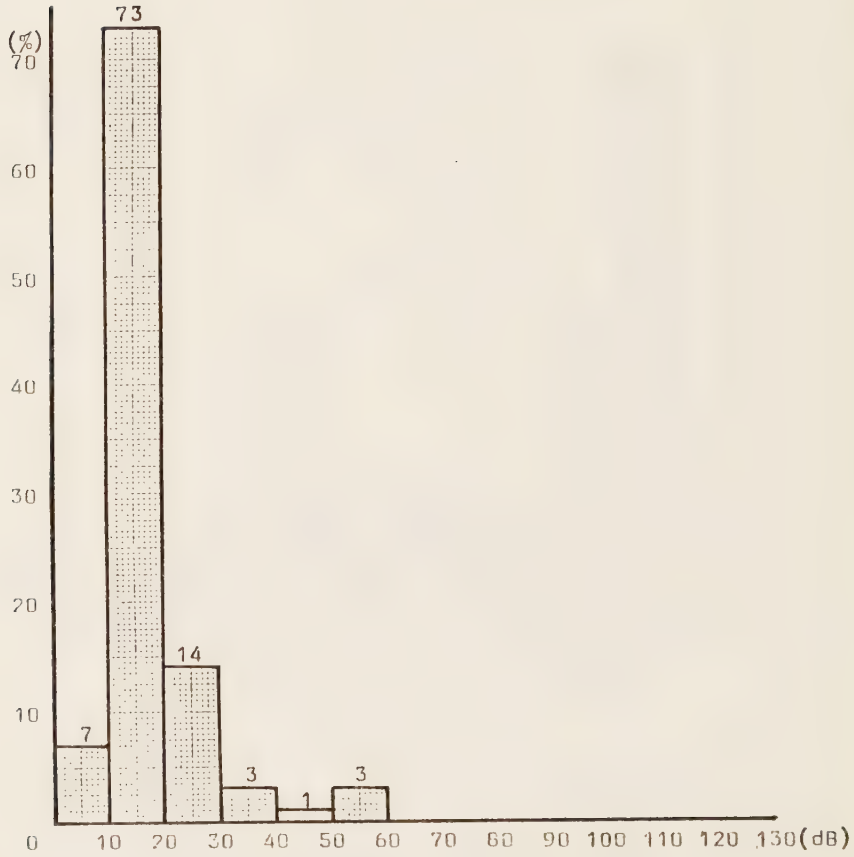


Abb. 18: Häufigkeitsverteilung der Audiogramm-durchschnittswerte in Gruppe 9

2.2.10. Gruppe 10, normales Hörvermögen, N = 269 (Abb. 19)

Zwischen 10 und 20 dB liegen bei dieser Gruppe 74%, zwischen 0 und 20 dB 87%.

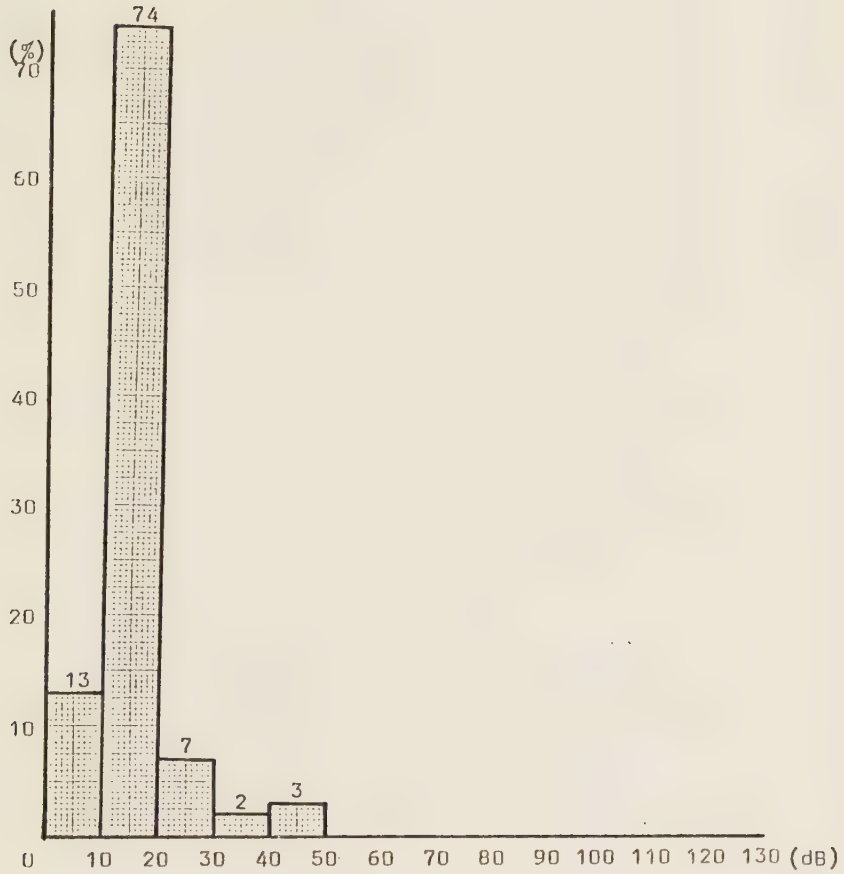


Abb. 19: Häufigkeitsverteilung der Audiogramm-durchschnittswerte in Gruppe 10

2.3. Darstellung der Zusammenhänge zwischen Stapediusreflexaudiogrammen und Tonschwellenaudiogrammen mit Hilfe einer Verschlüsselung der Stapediusreflexaudiogramme

Die o. g. Ergebnisse zeigen, daß deutliche Zusammenhänge zwischen Stapediusreflexaudiogrammen

und Tonschwellenaudiogrammen bestehen. Die Streubreite ist jedoch zu groß, um die Audiogramme mit einer klinisch verwertbaren Genauigkeit aus den Stapediusreflexaudiogrammen vorauszusagen.
Das oben beschriebene Auswertungsschema nach Esser und Schunicht teilt die Stapediusreflexaudiogramme nach 2 Kriterien ein:

- minimaler Schalldruckpegel, bei dem der Reflex ausgelöst wird (Reflexschwelle)
- Differenz zwischen der Tonreflexschwelle und der Rauschreflexschwelle

Dabei werden jeweils Einzelfrequenzen beurteilt. Die Gesamtheit des Stapediusreflexaudiogramms wird dann durch die Summe der Einzelkennzahlen erfaßt.

2.3.1. Verschlüsselung der Stapediusreflexaudiogramme nach Eigenschaften, die das Stapediusreflexaudiogramm als Ganzes erfassen

Im folgenden wird das Stapediusreflexaudiogramm als Ganzes beurteilt. Dabei werden folgende Kriterien herangezogen:

- Verlauf des Stapediusreflexaudiogramms
- Mittelwert der Reflexschwellen
- Verlauf der Differenzenkurve
- Mittelwert der Differenzbeträge

Diese Kriterien lassen sich in einer 5 - stelligen Schlüsselzahl ausdrücken.

2.3.1.1. Verschlüsselung des Verlaufs des Stapediusreflexaudiogramms

Dazu wird zunächst die Mittelwertkurve erstellt. Man bildet zu jeder Frequenz des Stapediusreflexaudiogramms das arithmetische Mittel aus Tonreflexschwelle und Rauschreflexschwelle. Dabei wird für Frequenzen, bei denen der Reflex nicht auslösbar ist, 135 dB gerechnet. Die 5 Punkte, die man dadurch erhält, werden zu einer Kurve verbunden, der Mittelwertkurve (Abb. 20). Eine solche Kurve besteht aus 4 geraden Abschnitten. Grundsätzlich kann jeder Abschnitt 3 Richtungen einschlagen:

- er kann im Niveau steigen
- er kann im Niveau gleichbleiben (Anmerkung: in der vorliegenden Untersuchung werden Niveauänderungen um bis zu 5 dB als im Niveau gleichbleibend angesehen)
- er kann im Niveau fallen

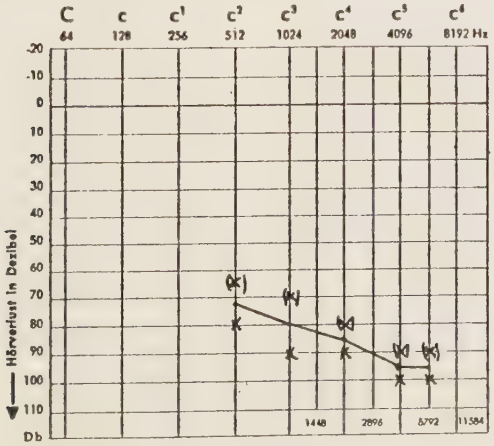


Abb. 20: Beispiel für eine Mittelwertkurve

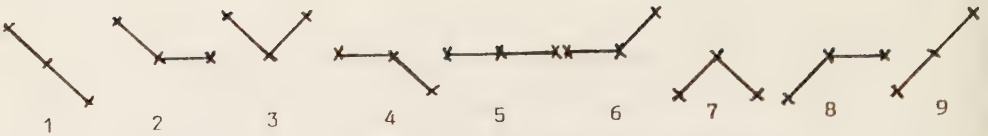


Abb. 21: Verschlüsselung des Verlaufs der Abschnitte der Mittelwertkurven

Eine aus 2 solchen Abschnitten bestehende Kurve kann somit 3 x 3 = 9 verschiedene Verläufe nehmen. Diese sind in Abb. 21 dargestellt und durchnumeriert. Mit Hilfe dieser Codierung kann man die aus 4 Abschnitten bestehende Mittelwertkurve in ihrem Verlauf mit einer 2 - stelligen Schlüsselzahl wiedergeben (Abb. 22a - f).

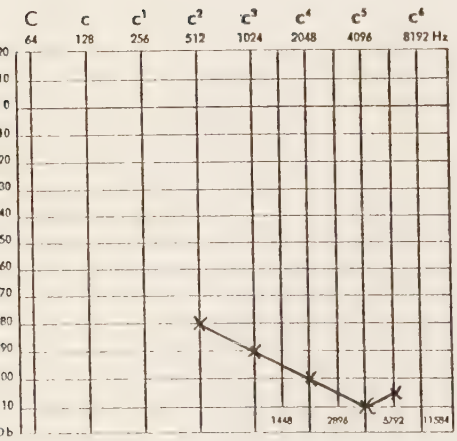


Abb. 22a:
Schlüsselzahl 12

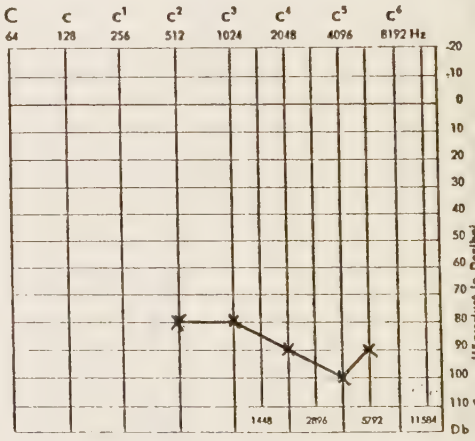


Abb. 22b:
Schlüsselzahl 43

Abb. 22a - f: Beispiele für die Verschlüsselungen von Mittelwertkurven

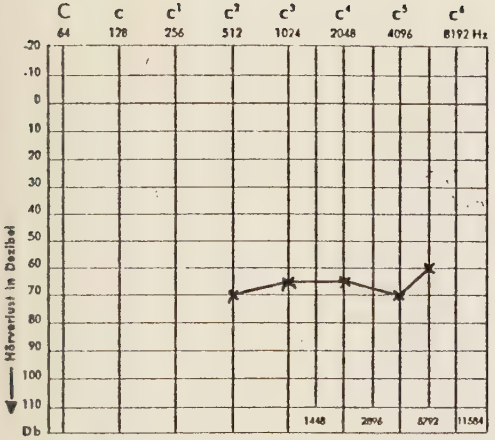


Abb. 22c: Schlüsselzahl 56

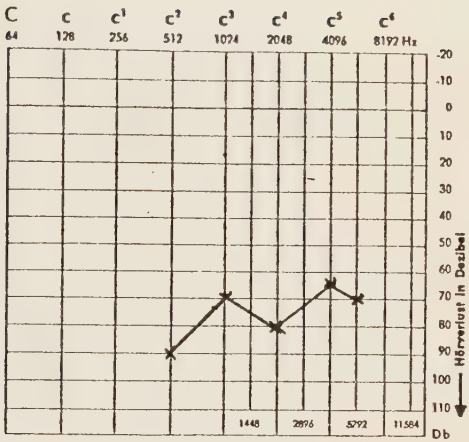


Abb. 22d: Schlüsselzahl 78

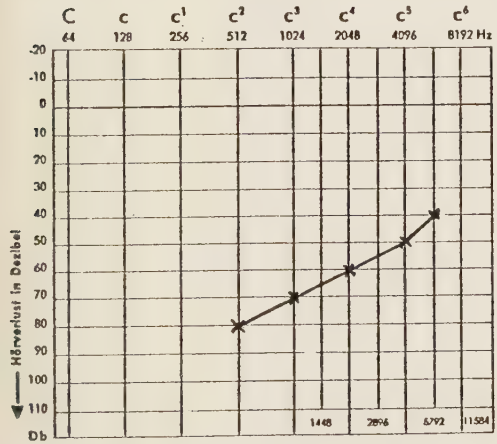


Abb. 22e: Schlüsselzahl 99

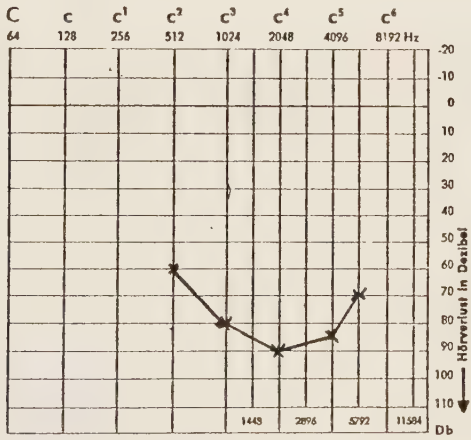


Abb. 22f: Schlüsselzahl 16

Abb. 22a - f: Beispiele für die Verschlüsselung von Mittelwertkurven

2.3.1.2. Verschlüsselung des Mittelwerts der Reflexschwellen

Bei diesem Wert handelt es sich um das arithmetische Mittel der 10 Reflexschwellenwerte (5 Ton - und 5 Rauschreflexwerte). Verschlüsselt wird in

10 dB - Intervallen:

0: 120 ≤ x

1: 110 ≤ x < 120

2: 100 ≤ x < 110

3: 90 ≤ x < 100

4: 80 ≤ x < 90

5: x < 80

2.3.1.3. Verschlüsselung des Verlaufs der Differenzenkurve

Die Differenzenkurve erhält man dadurch, daß man die Differenzen aus den Tonreflexschwellen und den Rauschreflexschwellen in einem Diagramm darstellt (Abb. 23 - 28). Dabei interessiert besonders, wie die Kurve sich zur 0 - Linie verhält, d. h., ob und wie das Vorzeichen wechselt. Es werden 6 verschiedene Typen unterschieden, die gemäß nachfolgender Beschreibung verschlüsselt werden:

- alle Differenzen sind positiv, d. h., die Differenzenkurve liegt im positiven Bereich und schneidet oder tangiert die 0 - Linie nicht: Schlüsselziffer 0 (Abb. 23)

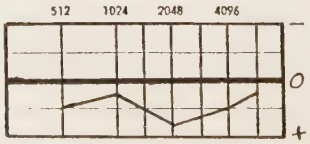


Abb. 23: Beispiel für eine Differenzenkurve mit der Schlüsselziffer 0

- alle Differenzen sind positiv oder gleich 0, mindestens eine Differenz ist positiv, d. h., die Differenzenkurve liegt im positiven Bereich und tangiert die 0 - Linie: Schlüsselziffer 1 (Abb. 24)

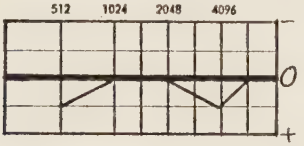


Abb. 24: Beispiel für eine Differenzenkurve mit der Schlüsselziffer 1

- die Anzahl der positiven Differenzen ist größer als oder gleichgroß wie die Anzahl der negativen Differenzen, d. h., die Differenzenkurve schneidet die 0 - Linie, liegt aber entweder mehr im positiven oder halb im positiven, halb im negativen Bereich: Schlüsselziffer 2 (Abb. 25)

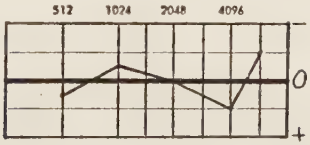


Abb. 25: Beispiel für eine Differenzenkurve mit der Schlüsselziffer 2

- die Anzahl der negativen Differenzen ist größer als die Anzahl der positiven Differenzen, mindestens eine Differenz ist positiv, d. h., die Differenzenkurve schneidet die 0 - Linie, liegt aber mehr im negativen Bereich: Schlüsselziffer 3 (Abb. 26)

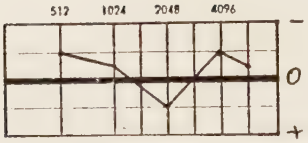


Abb. 26: Beispiel für eine Differenzenkurve mit der Schlüsselziffer 3

- alle Differenzen sind negativ oder gleich 0, mindestens eine Differenz ist gleich 0, d. h., die Differenzenkurve liegt im negativen Bereich und tangiert die 0 - Linie oder sie verläuft auf der 0 - Linie: Schlüsselziffer 4 (Abb. 27)

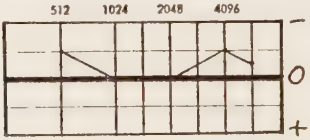


Abb. 27: Beispiel für eine Differenzenkurve mit der Schlüsselziffer 4

- alle Differenzen sind negativ, d. h., die Differenzenkurve liegt im negativen Bereich und schneidet oder tangiert die 0 - Linie nicht. Da diese Variante in der Praxis so gut wie nicht vorkommt, wird sie mit der letztgenannten zusammengefaßt: Schlüsselziffer 4 (Abb. 28)

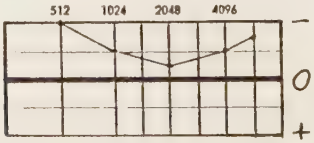


Abb. 28: Beispiel für eine Differenzenkurve mit der Schlüsselziffer 4

2.3.1.4. Verschlüsselung des Mittelwerts der Differenzbeträge

Bei dieser Verschlüsselung interessiert nicht mehr das Vorzeichen der Differenzen, sondern ihr Betrag. Das arithmetische Mittel dieser Beträge wird, wie folgt, verschlüsselt:

0: 0, 1

1: 2, 3

2: 4, 5, 6

3: 7, 8, 9

4: 10, 11, 12

5: 13, 14, 15

6: 16, 17, 18

7: 19, 20, 21

8: 22.....

2.3.1.5. Zusammenstellung der Schlüsselzahl

Die 5 - stellige Schlüsselzahl setzt sich, wie folgt, zusammen:

1	2	3	4	5
a		b	c	d

a) zweistellige Verlaufskennzahl der Mittelwertkurve (2.3.1.1.)

b) Kennziffer des Reflexschwellenmittelwerts (2.3.1.2.)

c) Verlaufskennziffer der Differenzenkurve (2.3.1.3.)

d) Kennziffer des Mittelwerts der Differenzbeträge (2.3.1.4.)

2.3.2. Anwendung der Verschlüsselung

2.3.2.1. Vergleich der Audiogramme, deren zugehörige Stapediusreflexaudiogramme die gleiche Schlüsselzahl haben

Die Verschlüsselung der 932 Stapediusreflexaudiogramme ergibt 562 verschiedene Schlüsselzahlen. Die Anzahlen von Stapediusreflexaudiogrammen, die eine bestimmte Schlüsselzahl erhalten haben, verteilen sich wie in Tab. 1:

N_S	1	2	3	4	5	6	7	8	14	15	48
N_G	419	68	36	12	10	6	6	2	1	1	1

Tab. 1: Häufigkeiten der Gruppengrößen:
N_S = Anzahl der Stapediusreflexaudiogramme mit gleicher Schlüsselzahl
N_G = Anzahl der Gruppen, die die gleiche Gruppenstärke N_S haben

Daraus folgt, daß 419 Schlüsselzahlen nur einfach belegt sind, eine Aussage über Ähnlichkeiten der Audiogramme ist hier also nicht möglich. Auch die anderen Kennzahlen verteilen sich auf sehr kleine Fallzahlen, so daß statistisch verwertbare Aussagen innerhalb der Gruppen nicht möglich sind. Man kann jedoch die Abstände der Audiogramme in den einzelnen Gruppen als Häufigkeitsverteilungen ermitteln. Hierfür werden aus jeder Gruppe das Audiogramm mit dem niedrigsten und das mit dem

höchsten Mittelwert der Audiogrammwerte herangezogen. Man bildet jeweils die Differenzen zwischen den Meßwerten mit gleicher Frequenz, z. B.:

Gruppe 15012

Pat. Nr.	500	1000	2000	4000	6000	Hz
115,1	84	80	115	125	125	dB
368,1	72	125	125	125	125	dB
	12	45	10	0	0	dB

Betrachtet man das Wertepaar mit dem geringsten Abstand, so liegt dieser Abstand zwischen 0 und 10 dB. Betrachtet man die zwei Wertepaare mit den geringsten Abständen, so liegen diese beiden Abstände ebenfalls zwischen 0 und 10 dB. Das gleiche gilt für die drei Wertepaare mit den geringsten Abständen. Betrachtet man jedoch die vier Wertepaare mit den geringsten Abständen, so liegen diese vier Abstände zwischen 0 und 20 dB. Die Abstände aller fünf Wertepaare liegen schließlich zwischen 0 und 50 dB. Mit diesen Aussagen kann man nach folgendem Schema eine Strichliste anfertigen:

	1	2	3	4	5
10	I	I	I		
20				I	
30					
40					
50					I

Trägt man in dieses Schema die Abstände zwischen

den Audiogrammen der 143 Gruppen ein, die mindestens zwei Audiogramme enthalten, so erhält man die Häufigkeiten der geringsten Abstände in Abhängigkeit von der Anzahl der betrachteten Wertepaare. Die Ergebnisse sind in Tab. 2a zusammengefaßt. Daraus kann man z. B. ersehen, daß immerhin 53% der Gruppen in 3 von 5 Punkten einen Abstand von nur 0 - 10 dB zwischen ihren am weitesten auseinanderliegenden Audiogrammen haben. Tab. 2a ist jedoch etwas irreführend, da sie bei den größeren Abständen die kleineren Abstände nicht mitrechnet. Z. B. ist es keineswegs so, daß nur 15% der Gruppen in 3 von 5 Punkten einen Abstand von 0 - 20 dB haben, sondern 53 + 15 = 68%, da natürlich Abstände von 0 - 10 dB in 0 - 20 dB enthalten sind. Die entsprechend aufsummierten Häufigkeiten sind in Tab. 2b wiedergegeben. Diese Tabelle zeigt, daß die Audiogramme in den jeweiligen Gruppen größtenteils geringe Abstände voneinander haben. Man könnte auch sagen, daß sie einander "ähnlich" sind. Diese Ähnlichkeit kann man anhand der Kriterien von Tab. 2b je nach Bedarf genau definieren. Sagt man z. B., daß zwei Audiogramme dann ähnlich sind, wenn sie in 3 von 5 Punkten einen Abstand von höchstens 20 dB haben, so sind die Audiogramme in 68% der 143 Gruppen ähnlich.

Diese Ergebnisse helfen zwar noch nicht bei der Berechnung der Tonschwellenaudiogramme aus den

dB	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
10	101	87	76	67	48	N	101	87	76	67	48
	71	61	53	47	34	%	71	61	53	47	34
20	15	21	21	20	27	N	116	108	97	87	75
	11	15	15	14	17	%	81	76	68	61	52
30	7	12	17	16	24	N	123	120	114	103	99
	5	8	12	11	17	%	86	84	80	72	69
40	7	6	9	11	8	N	130	126	123	114	107
	5	4	6	8	6	%	91	88	86	80	75
50	8	5	6	7	6	N	138	131	129	121	113
	6	3	4	5	4	%	97	92	90	85	79
60	3	7	7	8	10	N	141	138	136	129	123
	2	5	5	6	7	%	99	97	95	90	86
70	1	3	4	10	9	N	142	141	140	139	132
	1	2	3	7	6	%	99	99	98	97	92
80				1	7	N	142	141	140	140	139
				1	5	%	99	99	98	98	97
90		1	1		1	N	142	142	141	140	140
		1	1		1	%	99	99	99	98	98
100			1	2	2	N	142	142	142	142	142
			1	1	1	%	99	99	99	99	99
110						N	142	142	142	142	142
						%	99	99	99	99	99
120	1	1	1	1	1	N	143	143	143	143	143
	1	1	1	1	1	%	100	100	100	100	100

Tab. 2a Tab. 2b

Tab. 2a und 2b: Häufigkeiten der Abstände der Audiogramme in den Gruppen mit gleicher Schlüsselzahl

Stapediusreflexaudiogrammen weiter, sie zeigen jedoch, daß man mit der oben beschriebenen Verschlüsselungsmethode in einem großen Prozentsatz ähnliche Audiogramme erhält, so daß man bei größeren Fallzahlen für die jeweiligen Schlüsselzahlen die zu erwartenden Audiogramme vorausberechnen kann.

2.3.2.2. Vergleich der Audiogramme, deren zugehörige Stapediusreflexaudiogramme ähnliche Schlüsselzahlen haben

2.3.2.2.1. Vergrößerung der Gruppen

Um auf größere Fallzahlen zu kommen, werden ähnliche Schlüsselzahlen zusammengefaßt. Der Begriff "Ähnlichkeit" ist hierbei nicht rein numerisch zu verstehen, daß also z. B. zwei aufeinander folgende Schlüsselzahlen auch ähnlich sein müssen. Er richtet sich vielmehr nach der Ähnlichkeit der Eigenschaften, die durch die Schlüsselzahl ausgedrückt werden.

Bei der Verschlüsselung der Mittelwertkurven muß dies besonders beachtet werden. Schaut man sich z. B. die Schlüsselzahl 11 an, so hat die damit ausgedrückte Kurvenform große Ähnlichkeit mit den Kurvenformen der Schlüsselzahlen 12, 14, 21 und 41 (Abb. 29). Die Kurven sind jeweils in 3 der 4 Abschnitte identisch, in dem einen ungleichen Abschnitt haben sie maximale Ähnlichkeit, d. h., ein fallender Abschnitt ähnelt zwar einem gleichbleibenden, nicht jedoch einem steigenden Abschnitt.

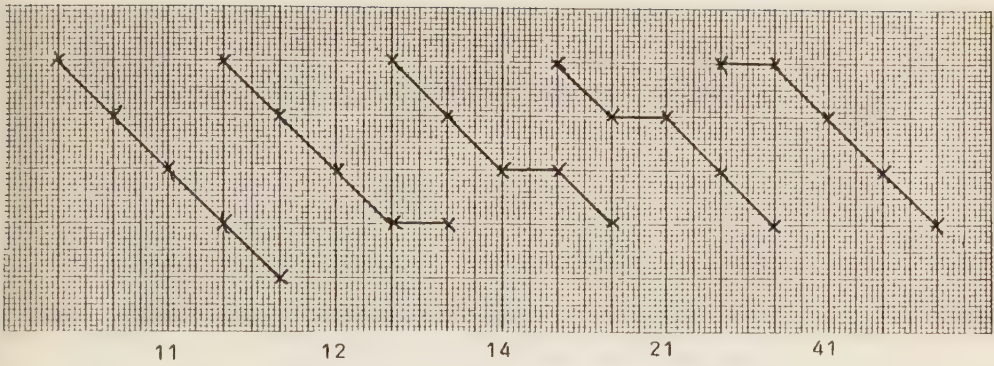


Abb. 29: Mittelwertkurven mit maximaler Ähnlichkeit zur Kurve mit der Schlüsselzahl 11

Nach dieser Methode lassen sich zu jedem der 81 möglichen Kurvenverläufe eine gewisse Anzahl von maximal ähnlichen Kurvenverläufen ermitteln, die in Tab. 3 aufgelistet sind. Nach dieser Tabelle werden die Schlüsselzahlen mit ähnlichen Verläufen der Mittelwertkurven zusammengefaßt.
Bei den anderen drei Schlüsselziffern fällt die Definition der "Ähnlichkeit" leichter. Hier sind aufeinander folgende Ziffern als ähnlich anzusehen, z. B. ähnelt die Ziffer 2 den Ziffern 1 und 3. Im folgenden werden jeweils die Schlüsselzahlen miteinbezogen, die der "führenden" Schlüsselzahl in der Verlaufskennzahl der Mittelwertkurve ähnlich oder mit ihr identisch sind und die der "führenden" Schlüsselzahl in einem der drei restlichen Kriterien ähnlich oder mit ihr identisch sind, wobei die dann noch verbliebenen zwei Kriterien mit der "führenden" Schlüsselzahl identisch

11	12	13	14	15	16	17	18	19
12	11	12	11	12	13	14	15	16
14	13	16	15	14	15	18	17	18
21	15	23	17	16	19	27	19	29
41	22	43	24	18	26	47	28	49
	42		44	25	46		48	
				45				

21	22	23	24	25	26	27	27	29
11	12	13	14	15	16	17	18	19
22	21	22	21	22	23	24	25	26
24	23	26	25	24	25	28	27	28
31	25	33	27	26	29	37	29	39
51	32	53	34	28	36	57	38	59
	52		54	35	56		58	
				55				

31	32	33	34	35	36	37	38	39
21	22	23	24	25	26	27	28	29
32	31	32	31	32	33	34	35	36
34	33	36	35	34	35	38	37	38
61	35	63	37	36	39	67	39	69
	62		64	38	66		68	
				65				

41	42	43	44	45	46	47	48	49
11	12	13	14	15	16	17	18	19
42	41	42	41	42	43	44	45	46
44	43	46	45	44	45	48	47	48
51	45	53	47	46	49	57	49	59
71	52	73	54	48	56	77	58	79
	72		74	55	76		78	
				75				

51	52	53	54	55	56	57	58	59
21	22	23	24	25	26	27	28	29
41	42	43	44	45	46	47	48	49
52	51	52	51	52	53	54	55	56
54	53	56	55	54	55	58	57	58
61	55	63	57	56	59	67	59	69
81	62	83	64	58	66	87	68	89
	82		84	65	86		88	
				85				

61	62	63	64	65	66	67	68	69
31	32	33	34	35	36	37	38	39
51	52	53	54	55	56	57	58	59
62	61	62	61	62	63	64	65	66
64	63	66	65	64	65	68	67	68
91	65	93	67	66	69	97	69	99
	92		94	68	96		98	
				95				

71	72	73	74	75	76	77	78	79
41	42	43	44	45	46	47	48	49
72	71	72	71	72	73	74	75	76
74	73	76	75	74	75	78	77	78
81	75	83	77	76	79	87	79	89
	82		84	78	86		88	
				85				

81	82	83	84	85	86	87	88	89
51	52	53	54	55	56	57	58	59
71	72	73	74	75	76	77	78	79
82	81	82	81	82	83	84	85	86
84	83	86	85	84	85	88	87	88
91	85	93	87	86	89	97	89	99
	92		94	88	96		98	
				95				

91	92	93	94	95	96	97	98	99
61	62	63	64	65	66	67	68	69
81	82	83	84	85	86	87	88	89
92	91	92	91	92	93	94	95	96
94	93	96	95	94	95	98	97	98
	95		97	96	99		99	
				98				

Tab. 3: Verzeichnis der maximal ähnlichen Kurvenverläufe

sein müssen. Diese etwas komplizierte Formulierung sei an einem Beispiel erläutert:
Nimmt man als "führende" Schlüsselzahl 11234, so erscheinen in dieser Gruppe u. a. die Schlüsselzahlen 11334, 12234, 41224 etc., nicht jedoch die Schlüsselzahlen 11344, 12344, 41345 etc. Für die Auswertung werden von den so entstandenen Gruppen nur die herangezogen, in denen die "führende" Schlüsselzahl mindestens einmal vorhanden ist und die auf eine Gruppengröße von mindestens 20 kommen.

2.3.2.2.2. Auswertungsmethode

In diesen Gruppen wird für jede Frequenz der Median der Audiogrammwerte ermittelt, außerdem die Grenzen, in denen 50% und die Grenzen, in denen 75% der Werte liegen. Danach werden die Werte, die innerhalb dieser Grenzen liegen, gekennzeichnet. Da einige dB - Werte mehrfach besetzt sind, kommt es natürlich vor, daß mehr als 50% bzw. 75% der Werte innerhalb der angegebenen Grenzen liegen. Diese Grenzen geben also den Bereich an, in dem mindestens 50% bzw. 75 % der Werte liegen.
Hierzu ein Beispiel: Die Meßwerte, die innerhalb der 75% - Grenzen liegen, sind unterstrichen, die, die innerhalb der 50% - Grenzen liegen, sind zusätzlich durch zwei + gekennzeichnet:

Gruppe 94304 N = 27

Schlüsselzahl	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	6000 Hz
64404	8	9	10	10	10
64404	10	10	10	10	8
64303	11	11	+11+	10	9
64304	11	11	10	11	12
64304	+13+	+12+	+11+	11	12
84304	12	+12+	+12+	+12+	12
84305	12	9	10	10	+20+
64305	+16+	+12+	+11+	+12+	+20+
64304	+18+	+17+	+16+	+15+	+15+
64305	+18+	+15+	+16+	+17+	+16+
64404	+17+	+18+	+19+	+15+	+14+
64303	+18+	+18+	+17+	+16+	+15+
64314	+15+	+12+	+12+	+12+	30
64404	+19+	+18+	+15+	+16+	+16+
91304	+15+	20	+19+	+15+	+16+
94303	+19+	19	+19+	+15+	+15+
91304	20	+18+	+19+	+14+	+15+
64203	+15+	+18+	+13+	+12+	30
64404	+19+	+18+	+16+	+15+	+22+
84305	+19+	19	+19+	+18+	+19+
84404	20	+18+	20	+18+	+18+
64314	20	20	+19+	20	+20+
64404	20	21	+19+	19	+21+
94304	+15+	+17+	+16+	31	28
64404	20	+16+	20	19	32
64305	21	20	21	28	25
64305	+15+	+15+	+15+	+15+	65
Median:	17	17	16	15	16
+25%:	19	18	19	18	22
-25%:	13	12	11	12	14
+37,5%:	20	20	20	20	30
-37,5%:	11	10	10	10	10

Wenn man sich nun die einzelnen Audiogramme anschaut, so kann man sehen, wieviele Werte des jeweiligen Audiogrammes innerhalb der vorgegebenen Grenzen liegen. Für das vorliegende Beispiel ergibt sich daraus folgende Tabelle (Tab. 4):

A	0	1	2	3	4	5
N_{50}	4	3	2	4	7	7
$N_{50}(\%)$	15	11	7	15	26	26
N_{75}	0	0	1	2	6	18
$N_{75}(\%)$	0	0	4	7	22	67

Tab. 4: Treffsicherheit der Vertrauensbereiche einer Schlüsselzahl
A = Anzahl der Meßwerte, die innerhalb der Grenzen liegen
N_{50} = Anzahl der Audiogramme, die mit A Meßwerten innerhalb der 50% - Grenzen liegen
$N_{50}(\%) = N_{50}$ in %
N_{75} = Anzahl der Audiogramme, die mit A Meßwerten innerhalb der 75% - Grenzen liegen
$N_{75}(\%) = N_{75}$ in %

2.3.2.2.3. Ermittlung der Tonschwellenaudiogramme

Mit all den Informationen, die sich aus der Analyse der Gruppe ergeben, lassen sich für Stapediusreflexaudiogramme mit der Schlüsselzahl 94304

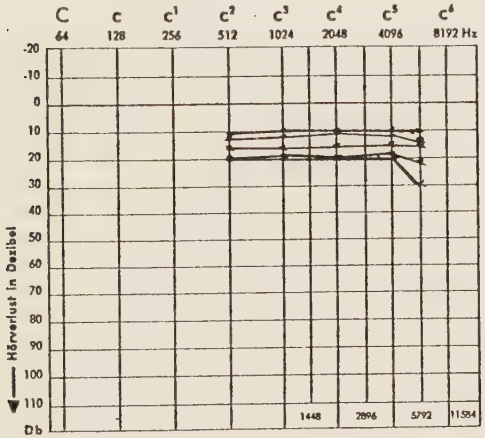
recht präzise Angaben machen, in welchem Bereich die zugehörigen Tonschwellenaudiogramme liegen. Beachtet man zunächst den 50% -Bereich, so sieht man, daß die Breite für alle Frequenzen zwischen 0 und 10 dB liegt. Nach Tab. 4 liegen 26% der Audiogramme mit allen 5 Punkten, 26% mit 4 Punkten und 15% mit 3 Punkten innerhalb des 50% - Bereichs, daraus folgt, daß 26 + 26 = 52% mit mindestens 4 Punkten und 52 + 15 = 67% mit mindestens 3 Punkten innerhalb dieses Bereichs liegen.

Für den 75% - Bereich liegt die Breite für die Frequenzen 500, 1000, 2000 und 4000 Hz zwischen 0 und 10 dB, für 6000 Hz zwischen 0 und 20 dB. Aus Tab. 4 ersieht man, daß 67% der Audiogramme mit 5, 22% mit 4 und 7% mit 3 Punkten innerhalb des 75% - Bereichs liegen, mithin 89% mit mindestens 4 und 96% mit mindestens 3 Punkten innerhalb dieses Bereichs liegen.

In dem hier aufgeführten Beispiel ist die "führende" Schlüsselzahl 94304 nur einmal vertreten. Das zugehörige Audiogramm liegt mit 3 Werten innerhalb der 50% - Grenzen und mit 4 Werten innerhalb der 75% - Grenzen.

Schließlich ist es noch interessant, den Abstand des Audiogramms der "führenden" Schlüsselzahl von den Medianwerten zu betrachten. Er beträgt für 3 Werte 0 - 10 dB und für alle 5 Werte 0 - 20 dB. Für die praktische Anwendung der beschriebenen

Methode empfiehlt es sich, die ermittelten Daten nach dem Muster der Abb. 30 für jede einzelne Schlüsselzahl aufzubereiten. Man könnte auf diese Weise eine Art Katalog erstellen, aus dem dann durch Nachschlagen der Schlüsselzahl das zugehörige Audiogramm ermittelt würde.



Gruppe
94304
N = 27

A	0	1	2	3	4	5
N_{50}	4	3	2	4	7	7
N_{50}(%)	15	11	7	15	26	26
N_{75}	0	0	1	2	6	18
N_{75}(%)	0	0	4	7	22	67

	500	1000	2000	4000	6000 Hz
Median:	17	17	16	15	16
+25%:	19	18	19	18	22
-25%:	13	12	11	12	14
+37,5%:	20	20	20	20	30
-37,5%:	11	10	10	10	10

Abb. 30: Beispiel für die Darstellung des zu erwartenden Audiogrmms mit den dazugehörigen Vertrauensbereichen

Der Vorteil dieser Darstellungsart ist, daß nicht eine durchschnittliche Streubreite für die Gesamtheit der Gruppen angegeben wird, sondern daß für jede einzelne Schlüsselzahl die möglichen Streubereiche aufgezeigt sind.

2.3.2.3. Untersuchungen zur Treffsicherheit der Methode

Um die Treffsicherheit der dargestellten Methode zu beurteilen, kann man mehrere Untersuchungen anstellen. Eine dieser Untersuchungen ist bereits in Kapitel 2.3.2.2. in den Tab. 2a und 2b ausgeführt. Die dort angewandte Methode der Darstellung von Häufigkeiten liegt auch den folgenden Untersuchungen zugrunde.

2.3.2.3.1. Breite der 50% - Bereiche

Durch die Vergrößerung der Gruppen ergeben sich 190 Gruppen, die nach den in 2.3.2.2.1. genannten Kriterien in die Untersuchungen einbezogen werden. Diese große Zahl kommt deswegen zustande, weil ein Stapediusreflexaudiogramm Ähnlichkeit mit mehreren Stapediusreflexaudiogrammen hat und daher in mehreren Gruppen enthalten sein kann. Tab. 5a und 5b zeigen die Häufigkeiten der Breiten für die einzelnen Frequenzen. Dabei wird erkennbar, daß zu den höheren Frequenzen hin die Breite deutlich zunimmt, somit die Treffsicherheit der Methode abnimmt.

dB	0,5	1	2	4	6		0,5	1	2	4	6 kHz
10	137	135	120	101	91	N	137	135	120	101	91
	72	71	63	53	48	%	72	71	63	53	48
20	19	18	21	33	36	N	156	153	141	134	127
	10	9	11	17	19	%	82	81	74	71	67
30	19	12	27	18	19	N	175	165	168	152	146
	10	6	14	9	10	%	92	87	88	80	77
40	10	17	10	23	14	N	185	182	178	175	160
	5	9	5	12	7	%	97	96	94	92	84
50	5	5	6	9	13	N	190	187	184	184	173
	3	3	3	5	7	%	100	98	97	97	91
60		3	6	4	17	N	190	190	190	188	190
		2	3	2	9	%	100	100	100	99	100
70				2		N	190	190	190	190	190
				1		%	100	100	100	100	100

Tab. 5a Tab. 5b

Tab. 5a und 5b: Häufigkeiten der Breiten der 50% - Bereiche

2.3.2.3.2. Breite der 75% - Bereiche

Die abnehmende Treffsicherheit zu den höheren Frequenzen hin bestätigt sich hier noch deutlicher. Tab. 6a und 6b zeigen die ermittelten Häufigkeiten.

dB	0,5	1	2	4	6		0,5	1	2	4	6	kHz
10	67	55	37	16	6	N	67	55	37	16	6	
	35	29	19	8	3	%	35	29	19	8	3	
20	64	65	70	81	59	N	131	120	107	97	65	
	34	34	37	43	31	%	69	63	56	51	34	
30	7	9	10	11	45	N	138	129	117	108	110	
	4	5	5	6	24	%	73	68	62	57	58	
40	14	9	14	16	12	N	152	138	131	124	122	
	7	5	7	8	6	%	80	73	69	65	64	
50	21	23	26	20	10	N	173	161	157	144	132	
	11	12	14	11	5	%	91	85	83	76	69	
60	12	13	10	25	31	N	185	174	167	169	163	
	6	7	5	13	16	%	97	92	88	89	86	
70	2	13	15	12	15	N	187	187	182	181	178	
	1	7	8	6	8	%	98	98	96	95	94	
80	3	3	7	5	5	N	190	190	189	186	183	
	2	2	4	3	3	%	100	100	99	98	96	
90			1	3	6	N	190	190	190	189	189	
			1	2	3	%	100	100	100	99	99	
100				1	1	N	190	190	190	190	190	
				1	1	%	100	100	100	100	100	

Tab. 6a Tab. 6b

Tab. 6a und 6b: Häufigkeiten der Breiten der 75% - Bereiche

2.3.2.3.3. Treffsicherheit der Vertrauensbereiche

Eine entscheidende Bedeutung bei der Beurteilung der Treffsicherheit der Methode kommt der Lage der Audiogramme der "führenden" Schlüsselzahl innerhalb der Vertrauensbereiche und dem Abstand dieser Audiogramme von der Mediankurve (2.3.2.3.4.) zu. Bei den "führenden" Schlüsselzahlen handelt

es sich schließlich um die Verschlüsselung derjenigen Stapediusreflexaudiogramme, deren zugehörige Audiogramme es zu ermitteln gilt.
Von den 190 Gruppen, die hier betrachtet werden, enthalten 94 ein Audiogramm der "führenden" Schlüsselzahl, 96 Gruppen enthalten 2 oder mehr. Insgesamt sind 499 der 932 Audiogramme erfaßt. Aus diesen Zahlen erkennt man, daß die "führenden" Schlüsselzahlen nur geringen Anteil an den entstandenen Gruppen haben, so daß ihr Einfluß auf das Ergebnis, nämlich die Vertrauensbereiche und die Mediankurve, gering ist. Wenn sich aber zeigt, daß die Audiogramme dieser "führenden" Schlüsselzahlen gehäuft innerhalb der Vertrauensbereiche liegen, bzw., daß ihre Abstände von den Mediankurven gering sind, so folgt daraus, daß die Treffsicherheit der Methode hoch ist.
Tab. 7 zeigt die Häufigkeiten, mit denen die 499 erfaßten Audiogramme innerhalb der Vertrauensbereiche liegen.

	0	1	2	3	4	5	
50%	70	45	51	61	91	181	N
	14	9	10	12	18	36	%
75%	29	13	15	39	59	344	N
	6	3	3	8	12	69	%

Tab. 7: Treffsicherheit der Vertrauensbereiche

Es finden sich also 66% der Audiogramme der "führenden" Schlüsselzahl mit mindestens 3 Werten

innerhalb der 50% - Grenzen und 89% innerhalb der 75% - Grenzen ihrer Gruppen. Immerhin 69% liegen mit allen 5 Werten innerhalb der 75% - Grenzen.

2.3.2.3.4. Abstand der Audiogramme der "führenden" Schlüsselzahl von der Mediankurve

Tab. 8a und 8b zeigen die Häufigkeiten der Abstände dieser Audiogramme von der Kurve, die entsteht, wenn man die Medianwerte verbindet: z. B. sind 61% der Audiogramme der "führenden" Schlüsselzahl mit allen 5 Werten weniger als 10 dB und sogar 74% weniger als 20 dB von der Mediankurve entfernt.

2.4. Fehlerquellen

Bei der Sammlung der Daten für die vorliegende Arbeit ergaben sich einige Fehlerquellen, die die Zuverlässigkeit der Ergebnisse negativ beeinflussen.

Wie schon in Kapitel 2.1. erwähnt, wurden die Daten den Patientenakten der Kinderaudiologie der Universität Düsseldorf entnommen. Dabei ergab sich ein Problem: die Stapediusreflexaudiogramme liegen nur in graphischer Form vor. Die Daten mußten also aus den Zeichnungen abgelesen werden. Dies hat zwangsläufig eine gewisse Rate von Ablesefehlern zur Folge. Hinzu kommt noch die Ungenauigkeit der Meßmethode, die der (subjektiven!) Tonschwellenaudiometrie anhaftet.

Die Daten wurden auf Ablochlisten und von dort auf Lochkarten übertragen. Durch ein Plausibilitäts-

dB	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
10	452	411	376	343	303	N	452	411	376	343	303
	91	82	75	69	61	%	91	82	75	69	61
20	24	50	62	62	68	N	476	461	438	405	371
	5	10	12	12	14	%	95	92	88	81	74
30	7	17	28	45	46	N	483	478	466	450	417
	1	3	6	9	9	%	97	96	93	90	84
40	5	9	13	18	34	N	488	487	479	468	451
	1	2	3	4	7	%	98	98	96	94	90
50	3	2	7	12	21	N	491	489	486	480	472
	1	0	1	2	4	%	98	98	97	96	95
60	1	2	4	5	10	N	492	491	490	485	482
	0	0	1	1	2	%	99	98	98	97	97
70	1	0	0	3	6	N	493	491	490	488	488
	0	0	0	1	1	%	99	98	98	98	98
80	6	2	2	2	1	N	499	493	492	490	489
	1	0	0	0	0	%	100	99	99	98	98
90		5	2	4	2	N		498	494	494	491
		1	0	1	0	%		100	99	99	98
100		0	4	4	1	N		498	498	498	492
		0	1	1	0	%		100	100	100	99
110		1	1	0	2	N		499	499	498	494
		0	0	0	0	%		100	100	100	99
120				1	5	N				499	499
				0	1	%				100	100

Tab. 8a und 8b: Häufigkeiten der Abstände der Audiogramme der "führenden" Schlüsselzahl von der Mediankurve

programm konnten zwar die gröbsten Ablochfehler eliminiert werden, es muß jedoch auch hier noch mit einer geringen Fehlerquote gerechnet werden.

3. Diskussion

Die in Kapitel 2.2. aufgezeigten Ergebnisse erlauben eine nur sehr grobe Voraussage des bei einem vorliegenden Stapediusreflexaudiogramm nach Esser und Schunicht zu erwartenden Audiogramms. Die eindeutigsten Voraussagen lassen sich hierbei über die zentralen Hörstörungen machen (Abb. 12, 15, 18). Hier liegen die Audiogrammdurchschnittswerte zu über 80% unter 30 dB. Daraus folgt, daß bei zentralen Hörstörungen auch schwerer Grade Audiogramme mit hohen Hörverlusten kaum zu erwarten sind.

Betrachtet man die Häufigkeitsverteilungen der Audiogrammittelwerte für die Innenohrschwerhörigkeiten, so zeigt sich, daß bei mittelgradiger Innenohrschwerhörigkeit 80% der Audiogrammittelwerte zwischen 50 und 90 dB (Abb.13) und bei leichter Innenohrschwerhörigkeit 78% der Audiogrammittelwerte zwischen 20 und 70 dB liegen (Abb. 16). Es ist also anzunehmen, daß bei Stapediusrefelxaudiogrammen von Innenohrschwerhörigen die zugehörigen Audiogramme mit einiger Wahrscheinlichkeit in den angegebenen Intervallen liegen.

Auch bei den geringgradigen kombinierten Hörstörungen (Abb. 17) sind Aussagen über die zu erwartenden Audiogramme möglich. Immerhin liegen 77% der Audiogrammdurchschnittswerte unter 30 dB, so daß auch hier Audiogramme mit hohen Hörverlusten kaum zu erwarten sind. Ein inhomogenes Bild zeigt

sich hingegen bei den mittelgradigen und hochgradigen kombinierten Hörstörungen (Abb. 6, 14). Hier sind kaum verwertbare Aussagen zu machen. Bei der Aufschlüsselung der hochgradigen kombinierten Hörstörungen sind jedoch einige Tendenzen erkennbar. Es scheint ein Zusammenhang zu bestehen zwischen der Anzahl der auslösbaren Tonschwellenreflexe und dem zu erwartenden Audiogrammittelwert. Von den Audiogrammittelwerten der Stapediusreflexaudiogramme, bei denen 1 oder 2 Tonreflexe nicht auslösbar sind, liegen 24% zwischen 90 und 130 dB (Abb. 11), von denen, bei denen 3 Tonreflexe nicht auslösbar sind, liegen 46% zwischen 90 und 130 dB (Abb. 10), von denen, bei denen 4 Tonreflexe nicht auslösbar sind, liegen 61% zwischen 90 und 130 dB (Abb. 9) und von denen, bei denen kein Tonreflex aber mindestens ein Rauschreflex auslösbar ist, liegen 80% zwischen 90 und 130 dB (Abb. 8). Eine Sonderstellung nimmt die Gruppe ein, bei der überhaupt keine Reflexe auslösbar sind. Hier fällt auf, daß die Zahl der Ausrutscher mit 10% zwischen 10 und 30 dB bzw. 36% zwischen 10 und 90 dB relativ hoch ist. Hierbei handelt es sich vermutlich um Patienten, bei denen der efferente Schenkel des Stapediusreflexbogens gestört ist. Das kann verschiedene Ursachen haben, so z. B. eine muskuläre Hypotonie, eine Myasthenie usw. oder aber eine zentrale Störung im Bereich der oberen Olive. Es fällt auf, daß solche Ausreißer oft bei

hirngeschädigten Kindern vorkommen. Eine genauere Analyse der Ausreißer, auch in den anderen Gruppen, könnte die Möglichkeit bieten, Kriterien aufzustellen, mit denen zu erwartende Ausreißer durch gezielte Anamneseerhebung von vornherein ausgeschlossen würden. Dies würde die Aussagesicherheit der Methode beträchtlich erhöhen.

Insgesamt ist jedoch die Einteilung in die Gruppen des Kennzahldiagramms nach Esser und Schunicht zu grob, um ausreichend genaue Aussagen über die zu erwartenden Audiogramme zu machen, zumal hier auch nur mit Audiogrammittelwerten gearbeitet wird.

Die in Kapitel 2.3. dargestellte Methode läßt viel detailliertere Aussagen über die zu erwartenden Audiogramme zu. Zwar ermöglichen es die Ergebnisse dieser Arbeit noch nicht, für jedes Stapediusreflexaudiogramm das zugehörige Tonschwellenaudiogramm zu ermitteln. Von den 932 Audiogrammen, die in der Untersuchung verwandt werden, sind nur 499 (54%) in den Ergebnissen enthalten. Bei den anderen waren die entstandenen Gruppen zu klein, um verwertbare Aussagen machen zu können. Die hier angewandte Methode ermöglicht jedoch, durch Vergrößerung der Population auch den Rest zu erfassen. Die Treffsicherheit ist, wie aus den Tab. 2, 5, 6, 7 und 8 ersichtlich ist (man beachte die unterstrichenen Zahlen), erstaunlich hoch, wenn man die Fehlerquellen miteinberechnet.

Am größten ist dabei die Treffsicherheit der Mediankurve. Dies ist umso erstaunlicher, als es sich hierbei doch nur um eine fiktive Kurve handelt, denn die Mediane von Einzelwerten wurden hier willkürlich zu einer Kurve zusammengesetzt. Für die praktische Anwendung empfiehlt es sich, die Ergebnisse so aufzubereiten , wie es in Abb. 30 dargestellt ist. Die Vorteile dieser Darstellungsform sind bereits in Kapitel 2.3.2.2.3. aufgezeigt.

Ein großer Nachteil der Methode ist der Aufwand, der für die Verschlüsselung der Stapediusreflexaudiogramme erforderlich ist. Außerdem werden für die Vervollständigung der Ergebnisse sehr große Patienten - Populationen benötigt werden. Das schränkt die praktische Brauchbarkeit der Methode zur Zeit noch ein. Eine Möglichkeit, diese Nachteile auszubügeln, ergibt sich durch den Einsatz der EDV. Wenn z. B. die Stapediusreflexaudiogramme und die Tonschwellenaudiogramme aller Patienten schon bei der Messung auf Markierungsbögen übertragen würden, so kämen die notwendigen Ergänzungen schnell zustande, ohne daß dabei größere Belastungen auf das Personal, das die Messungen durchführt, zukämen. Auch die in Kapitel 2.4. beschriebenen Fehlerquellen ließen sich dadurch zum Teil eliminieren.

Wünschenswert wäre auch, die Daten der Patienten, von denen die Audiogramme nicht vorhanden sind,

mit Hilfe der EDV zu verschlüsseln und auf diesem Wege auch die gesuchten Audiogramme mit den Vertrauensbereichen (wie in Abb. 30) zu ermitteln. Dies setzt natürlich eine Anlage mit einer ausreichenden Speicherkapazität und einer Plot - Einrichtung voraus.

Zusammenfassend kann man sagen, daß die vorliegende Arbeit eine Methode aufzeigt, mit der man aus Stapediusreflexaudiogrammen die zugehörigen Tonschwellenaudiogramme mit einer klinisch verwertbaren Genauigkeit ermitteln kann. Eine langfristige Folge wird sein, daß das traditionelle Tonschwellenaudiogramm einen Teil seiner Bedeutung einbüßen wird. Besonders in Begutachtungsfragen ist die objektive Stapediusreflexaudiometrie der subjektiven Tonschwellenaudiometrie weit überlegen. Für die Diagnostik der Schallempfindungsstörungen wird die Tonschwellenaudiometrie allenfalls noch ergänzende Bedeutung haben. Die Bedeutung der Stapediusreflexaudiometrie für die Kinderaudiologie wird durch die hier aufgezeigten Ergebnisse noch unterstrichen.

4. Anregungen für weiterführende Arbeiten

1) Die Gruppen, in denen die Vertrauensbereiche zu groß sind, müssen analysiert werden, um systematische Fehler, die eventuell die Ursache dafür sind, zu eliminieren.

2) Durch eine weitere Zusammenfassung von Schlüs-

selzahlen, die gleiche Audiogramme ergeben, müßte versucht werden, die Methode zu vereinfachen. Dabei müßte versucht werden, eine Gesetzmäßigkeit zu erkennen, nach der sich die Audiogramme den Schlüsselzahlen zuordnen. Dadurch könnten für noch fehlende Schlüsselzahlen die Audiogramme vorausgesagt werden. Außerdem könnte sich daraus eventuell eine Methode entwickeln lassen, mit der sich die Audiogramme rekonstruieren lassen, wodurch die aufwendige Datenspeicherung entfallen könnte.

3) Die in Kapitel 2.2. durchgeführte Untersuchung müßte weitergeführt werden. Dazu sollten nicht nur die Mittelwerte, sondern auch die Einzelwerte untersucht werden. Außerdem müßten erheblich größere Patienten - Populationen herangezogen werden, damit durch eine weitere Aufspaltung der Gruppen Gesetzmäßigkeiten erkannt werden könnten.

5. Zusammenfassung

Die Kinderaudiologie hat durch die Entwicklung von objektiven Meßmethoden zur Früherkennung von Hörschäden große Fortschritte gemacht. Eine dieser Methoden ist die Stapediusreflexaudiometrie nach Esser und Schunicht. Sie ermöglicht u. a. eine Differenzierung von Innenohrschwerhörigkeit und zentraler Hörstörung, sowie eine Anpassung von Hörgeräten bei kleinen Kindern. Eine Erweiterung der diagnostischen und therapeutischen Mög-

lichkeiten ergibt sich, wenn man die zugehörigen Tonschwellenaudiogramme aus den Stapediusreflexaudiogrammen ermitteln kann.
Die vorliegende Arbeit zeigt eine Methode auf, mit der dies möglich ist. Dazu werden die Daten von 466 Kindern herangezogen, bei denen sowohl die Tonschwellenaudiogramme, als auch die Stapediusreflexaudiogramme abgeleitet wurden.
Zunächst wird anhand der Verteilung der Mittelwerte der Tonschwellenaudiogramme im Kennzahlendiagramm nach Esser und Schunicht aufgezeigt, daß deutliche Abhängigkeiten zwischen den Stapediusreflexaudiogrammen und den zugehörigen Tonschwellenaudiogrammen bestehen.
Durch eine Verschlüsselung der Stapediusreflexaudiogramme werden dann Gruppen ermittelt, deren zugehörige Audiogramme in einem hohen Prozentsatz große Ähnlichkeit aufweisen. Dabei werden jedoch nur 513 der 932 Stapediusreflexaudiogramme erfaßt, 419 Gruppen sind nur einfach besetzt. Die 513 Stapediusreflexaudiogramme verteilen sich auf 143 Gruppen, d. h., die durchschnittliche Gruppengröße liegt bei 3,6. Dies reicht natürlich nicht aus, um statistisch fundierte Aussagen zu machen. Um auf größere Fallzahlen zu kommen, werden ähnliche Schlüsselzahlen zusammengefaßt. Hierdurch werden 190 Gruppen mit mindestens 20 Schlüsselzahlen gebildet. Dabei werden 499 der 932 Audiogramme erfaßt. Für jede einzelne Gruppe werden

Vertrauensbereiche ermittelt, in denen mindestens 50% bzw. 75% der Audiogrammwerte der einzelnen Frequenzen liegen. Außerdem werden die 5 Mediane der Audiogrammwerte der einzelnen Frequenzen ermittelt. Eine Tabelle, die aufzeigt, mit wievielen Werten die Audiogramme innerhalb der Vertrauensbereiche liegen, gibt Aufschluß über die Treffsicherheit der jeweiligen Gruppe. Die Mediankurve, also die Kurve, die sich aus den 5 Medianen der Einzelwerte zusammensetzt, stellt das gesuchte Audiogramm dar.

Wie die dazu angestellten Untersuchungen zeigen, ist die Treffsicherheit der Methode für klinische Belange als ausreichend zu betrachten. Eine Weiterentwicklung der Methode ist möglich. Die Bedeutung der Stapediusreflexaudiometrie für die Audiologie wird durch die hier aufgezeigten Ergebnisse unterstrichen.

6. Literaturverzeichnis

L 1: Anderson, H., B. Barr, and E. Wedenberg: Intra - aural - reflexes in clinical diagnosis. (Z) Thesis (Stockholm, 1969)

L 2: Benninghoff - Goerttler: Lehrbuch der Anatomie des Menschen, 3. Band: Nervensystem, Haut und Sinnesorgane, 7. Aufl., Urban - Schwarzenberg - Verlag, München, Berlin

L 3: Berendes, J., R. Link, F. Zöllner: HNO - Heilkunde in Praxis und Klinik, Band 5, Thieme - Verlag Stuttgart (1979)

L 4: Esser, G., R. Schunicht: Objektive Bestimmung der Hörschwelle mit Hilfe der Stapediusreflexaudiometrie. Arch. klin. exp. Ohr. -, Nas. - und Kehlk. - Heilk. 202, 477 (1972)

L 5: Esser, G., R. Schunicht: Kinderaudiologische Diagnostik zur Anpassung von Hörgeräten. HNO 21, 369 (1973)

L 6: Esser, G.: Abhängigkeit der Stapediusreflexschwelle von der Bandbreite des Signals bei Normalhörigkeit und verschiedenen Hörstörungen. Vortrag auf der Tagung der Arbeitsgem. Deutscher Audiologen 1973 in Münster

L 7: Esser, G.: Differenzierung von Schallemfindungsstörungen durch vergleichende Stapediusreflexaudiometrie. Habilitationsschrift, Universität Düsseldorf (1974)

L 8: Esser, G.: Die Bedeutung der Stapediusreflexaudiometrie bei der Diagnose kindlicher Hörstörungen

L 9: Flottorp, G., G. Djupesland, and F. Winther: The acoustic stapedius reflex in relation to critical bandwith. I. acoust. soc. Amer. 49, 457 - 461 (1971)

L 10: Jepsen, O.: The threshold of reflexes of the intratympanic muscles in annormal material examined by means of the impedance method. Acta oto - laryng. 39, 406 (1951)

L 11: Jepsen, O.: Acoustic stapedius reflex in man. Thesis. Universitetsfarlaget, Aarhus (1955)

L 12: McRobert, H.: The response of the tympanic muscles in human ears. Sound 2, 71 - 76 (1968)

L 13: Metz, O.: The acoustic impedance measured on normal and pathologic ears. Thesis, Munksgaard (Kopenhagen, 1946)

L 14: Metz, O.: Studies on the contraction of the tympanic muscles as indicated by changes in the impedance of the ear. Acta oto - laryng. 39, 397 (1951)

L 15: Metz, O.: Threshold of reflex contractions of muscles of middle ear and recruitment of loudness. Arch. oto - laryng. 55, 536 (1952)

L 16: Moller, A.: Acoustic reflex in man. J. acoust. Amer. 34, 1524 - 1534 (1962)

L 17: Peterson, J. L., G. Lidén: Some static characteristics of the stapedial muscle reflex Audiol. 11, 97 - 114 (1972)

L 18: Plath, P.: Das Hörorgan und seine Funktion. Einführung in die Audiometrie. 3. Aufl. Carl Marhold Verlagsbuchhandlung New York

L 19: Thomson, K. A.: Objective determination of the middle ear pressure. Acta oto - laryng. Suppl. 158,212 (1952)

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Dr. rer. nat. G. Esser für die Überlassung des Themas und für die freundliche Betreuung bei der Durchführung der Arbeit herzlich danken.

In gleicher Weise gilt auch mein Dank Herrn Priv. Doz. Dr. Trampisch für die umfassende Beratung bei statistischen Problemen.

Für die Erstellung der Programme danke ich Herrn M: Neugebauer.

8. Lebenslauf

Name : Jürgen Joachim Benzing
Mutter : Adelheid Benzing, geb. Suffner
Vater : Helmut Benzing
Geburtsdatum : 11.8.1955
Geburtsort : Düsseldorf
1.9.1960 : Umzug nach Darmstadt, dort
Ostern 1962 : Einschulung in die Mornewegschule (Haupt- und Realschule)
Ostern 1966 : Wechsel in die Lichtenbergschule (Gymnasium), dort
18.5.1974 : Erwerbung der Allgemeinen Hochschulreife
1.10.1974 : Umzug nach Düsseldorf und Beginn des Medizinstudiums
27.8.1976 : Ärztliche Vorprüfung
31.3.1978 : Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
14.3.1980 : Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
7.4.1981 : Schriftlicher Teil des Dritten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung
11.5.1981 : Mündlicher Teil des Dritten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung, damit
11.5.1981 : Ärztliche Prüfung
25.6.1981 : Approbation als Arzt
1.8.1981 : Umzug nach Wiesbaden, dort
1.10.1981 : Beginn der Tätigkeit als Assistenzarzt in der Kurklinik Aukammtal
1.9.1982 : Beginn der Tätigkeit als Assistenzarzt in der Anästhesieabteilung des Kreiskrankenhauses Groß - Gerau
14.6.1983 : Eheschließung mit Cornelia Stock - Benzing, geb. Stock

Druck: I.B.Heim GmbH, Flachsmarktstr.28-30, 6500 Mainz